

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)
(11) 공개번호 10-2006-0018869
(43) 공개일자 2006년03월02일

(21) 출원번호 10-2005-7023089
(22) 출원일자 2005년12월02일
번역문 제출일자 2005년12월02일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/008595 (87) 국제공개번호 WO 2004/114380
국제출원일자 2004년06월18일 국제공개일자 2004년12월29일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00174259 2003년06월19일 일본(JP)
(71) 출원인 가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3초메 2방 3고
(72) 발명자 에비하라 아키히츠
일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3초메 2방 3고 가부시키가이샤니콘
나이
(74) 대리인 특허법인코리어나

심사청구 : 없음

(54) 노광 장치 및 디바이스 제조방법

요약

수압 패드 (32) 와 수압 패드 (34) 에 의해, 웨이퍼 (W) 및 그 웨이퍼가 재치된 테이블 (TB) 이 협지되어 있다. 수압 패드 (32) 에 의해, 그 베어링면과 웨이퍼 (W) 의 투영광학계 (PL) 의 광축 방향에 관한 간격이 소정 치수로 유지된다. 또, 수압 패드는 기체 정압 베어링과는 달리 베어링면과 지지대상물 (기판) 사이의 비압축성 유체 (액체) 의 정압을 이용하기 때문에, 베어링의 강성이 높고 베어링면과 기판의 간격이 안정되어 더욱 일정하게 유지된다. 또 액체 (예를 들어 순수) 는 기체 (예를 들어 공기) 에 비하여 점성이 높고, 액체는 진동감쇠성이 기체에 비하여 양호하다. 따라서, 초점위치 검출계 등을 반드시 형성하지 않고도 디포커스가 거의 없는 웨이퍼 (기판) 상에 대한 패턴의 전사가 실현된다.

배열도

도 1

색인어

초점위치 검출계, 노광 장치, 투영 광학계, 레티클, 주사노광

명세서

기술분야

본 발명은 노광 장치 및 디바이스 제조방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 반도체소자, 액정표시소자 등의 전자 디바이스의 제조에서의 리소그래피 공정에서 사용되는 노광 장치 및 그 노광 장치를 사용한 디바이스 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

반도체소자 (집적회로), 액정표시소자 등의 전자 디바이스를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 마스크 또는 레티클 (이하, 「레티클」이라 총칭함) 의 패턴의 이미지를 투영광학계를 통하여 레지스트 (감광재) 가 도포된 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등 감광성 기판 (이하, 「기판」 또는 「웨이퍼」라 함) 상의 각 쇼트영역에 전사하는 투영 노광 장치가 사용되고 있다. 이 종류의 투영 노광 장치로는 종래 스텝-앤드-리피트 방식의 축소 투영 노광 장치 (이론바 스테퍼) 가 많이 사용되고 있지만, 최근에는 레티클과 웨이퍼를 동기주사하여 노광하는 스텝-앤드-스캔 방식의 투영 노광 장치 (이론바 스캐닝-스테퍼) 도 주목받고 있다.

투영 노광 장치가 구비하는 투영광학계의 해상도는, 사용하는 노광광의 파장 (이하, 「노광 파장」이라고도 함) 이 짧아질수록, 또한 투영광학계의 개구수 (NA) 가 커질수록 높아진다. 그 때문에, 집적회로의 미세화에 따라 투영 노광 장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화되고 있으며, 투영광학계의 개구수도 증대하고 있다. 그리고, 현재 주류인 노광 파장은 KrF 엑시머 레이저의 248nm 이지만, 더 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193nm 도 실용화되어 있다.

또, 노광할 때에는 해상도와 마찬가지로 초점심도 (DOF) 도 중요해진다. 해상도 R 및 초점심도 δ 는 각각 이하의 식으로 표시된다.

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \cdots \cdots (1)$$

$$\delta = k_2 \cdot \lambda / NA^2 \cdots \cdots (2)$$

여기에서, λ 는 노광 파장, NA 는 투영광학계의 개구수, k_1 , k_2 는 프로세스 계수이다. (1) 식, (2) 식에서, 해상도 R 을 높이기 위해 노광 파장 λ 를 짧게 하고 개구수 NA 를 크게 (대 NA 화) 하면, 초점심도 δ 가 좋아지는 것을 알 수 있다. 투영 노광 장치에서는, 오토포커스 방식으로 웨이퍼의 표면을 투영광학계의 이미지면에 맞추어 노광하고 있지만, 그러기 위해서는 초점심도 δ 는 어느 정도 넓은 것이 바람직하다. 그래서, 종래에서도 위상 시프트 레티클법, 변형 조명법, 다층 레지스트법 등 실질적으로 초점심도를 넓히는 제한이 되고 있다.

상기와 같이 종래의 투영 노광 장치에서는, 노광광의 단파장화 및 투영광학계의 대 NA 화에 의하여 초점심도가 좋아지고 있다. 그리고, 집적회로의 보다 나은 고집적화에 대응하기 위하여, 노광 파장은 장래에 더욱 단파장화될 것이 확실시되고 있고, 이대로는 초점심도가 과도하게 좋아져 노광동작시의 마진이 부족할 우려가 있다.

그래서, 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또한 공기 중에 비하여 초점심도를 크게 (넓게) 하는 방법으로서, 액침노광법 (이하, 간단히 「액침법」이라고도 함) 이 제안되어 있다. 이 액침법은, 투영광학계의 하면과 웨이퍼 표면 사이를 물 또는 유기용매 등의 액체로 채워서, 액체 중에서의 노광광의 파장이 공기 중의 $1/n$ 배 (n 은 액체의 굴절률로 통상 1.2-1.6 정도) 가 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시킴과 함께, 그 해상도와 동일한 해상도가 액침법에 의하지 않고 얻어지는 투영광학계 (이러한 투영광학계의 제도가 가능하다고 가정하여) 에 비하여 초점심도를 n 배로 확대하는, 즉 공기 중에 비하여 초점심도를 실질적으로 n 배로 확대하는 것이다.

상기 액침법을 스텝-앤드-리피트 방식의 투영 노광 장치에 단순히 적용하는 것으로 하면, 하나의 쇼트영역의 노광을 종료한 후 다음 쇼트영역을 노광위치로 이동시키기 위한 웨이퍼의 쇼트간 단계 이동시에 투영광학계와 웨이퍼 사이에서 액체가 빠져나간다. 이 때문에 다시 액체를 공급할 필요가 있음과 동시에 액체의 회수도 곤란해질 우려가 있었다. 또, 액침법을 가령 스텝-앤드-스캔 방식의 투영 노광 장치에 적용하는 경우 웨이퍼를 이동시키면서 노광하기 때문에, 웨이퍼를 이동시키고 있는 동안에도 투영광학계와 웨이퍼 사이에는 액체가 채워져 있을 필요가 있다.

이러한 점을 감안하여, 최근 들어 「기판을 소정 방향을 따라 이동시킬 때 투영광학계의 기판측 광학소자의 선단부와 그 기판의 표면 사이를 채우도록, 그 기판의 이동방향을 따라 소정의 액체를 흘려보내게 한 투영 노광방법 및 장치에 관한 발명」이 제안되어 있다 (예를 들어, 하기 특허문헌 1 참조).

이 외에, 액침노광법과 마찬가지로 해상도의 향상을 목적으로 하는 것으로서 투영 리소그래피-렌즈계(투영광학계)와 샘플 사이에 솔리드 이머전 렌즈(Solid Immersion Lens)를 배치한 리소그래피 시스템이 알려져 있다(예를 들어 하기 특허 문헌 2 참조).

하기 특허문헌 1에 기재된 발명에 의하면, 액침법에 의한 고해상도, 그리고 공기 중(中)과 비교하여 초점심도가 커진 노광이 실시 가능함과 함께 투영광학계와 웨이퍼가 상대 이동하더라도 투영광학계와 기판 사이에 액체를 안정적으로 채워 둘 수 있는, 즉 유지할 수 있다.

그러나, 하기 특허문헌 1에 기재된 발명에서는 투영광학계의 외부에 공급용 배관, 회수용 배관 등이 배치되어 있기 때문에, 투영광학계 주위에 배치할 필요가 있는 포커스 센서나 얼라인먼트 센서 등 각종 센서 등의 주변기기 배치의 자유도가 제한된다.

또한 하기 특허문헌 1에 기재된 발명에서는, 투영광학계와 기판 사이의 액체에 흐름이 있으면, 그 액체에 노광광이 조사됨으로써 패턴의 투영영역 내에서 투영광학계와 기판 사이에 그 흐름 방향에 관한 온도 경사나 압력 경사가 발생할 가능성이 있으며, 특히 투영광학계와 기판의 간격, 즉 액체의 층이 두꺼운 경우 상기 온도 경사나 압력 경사가 이미지면 경사 등의 수차의 요인이 되어, 패턴의 전사정밀도의 부분적인 저하, 나아가서는 패턴의 전사 이미지의 선폭 균일성의 악화요인이 될 우려도 있었다. 이 때문에, 액체의 층은 얇은 쪽이 바람직하지만, 이 경우 투영광학계와 기판의 간격이 좁아져 포커스 센서의 배치가 곤란해진다.

또한 하기 특허문헌 1에 기재된 발명에서는 완전히 액체를 회수하는 것이 곤란하며, 노광 후 웨이퍼 상에 액체에 사용한 액체가 남을 개연성이 높았다. 이러한 경우, 남은 액체가 증발할 때의 기화열에 의해 분위기 중에 온도분포가 생기거나 또는 분위기의 굴절률 변화가 생기고, 이들 현상이 그 웨이퍼가 개치(載置)된 스테이지의 위치를 제측하는 레이저 간섭계의 제측오차의 요인이 될 우려가 있었다. 또한 웨이퍼 상에 잔류한 액체가 웨이퍼의 뒤쪽으로 흘러 들어가, 웨이퍼가 반송 아암에 밀착하여 잘 떨어지지 않을 우려도 있었다.

한편, 하기 특허문헌 2에 기재된 리소그래피 시스템에서는, 솔리드 이머전 렌즈(이하, 간단히 「SIL」이라고도 함)와 샘플의 간격을 50nm 정도 이하로 유지하게 되어 있으나, 가까운 장래의 목표로 되어 있는 선폭 70nm 정도 이하의 미세 패턴을 샘플(웨이퍼 등) 상에 전사, 형성하는 리소그래피 시스템에서는, SIL과 샘플 사이에 두께 50nm의 공기층이 존재한 경우에는 상기 미세 패턴의 이미지의 충분한 해상도를 얻는 것이 곤란하다. 즉, 상기 미세 패턴 이미지의 충분한 해상도를 얻기 위해서는, SIL과 샘플의 간격을 최대 30nm 이하로 유지할 필요가 있다.

그러나, 하기 특허문헌 2에 기재된 리소그래피 시스템에서는, 에어배어링(공기배어링)을 사용하여 SIL과 샘플의 간격을 유지하는 구성이 채용되어 있기 때문에, 에어배어링의 성질상 충분한 진동 감쇠성을 얻는 것이 곤란하고, 그 결과 SIL과 샘플의 간격을 30nm 이하로 유지할 수 없었다.

이와 같이, 하기 특허문헌 1, 2 등에 개시되는 종래에는 수많은 개선점이 있다.

특허문헌 1 : 국제공개 제99/49504호 pamphlet

특허문헌 2 : 미국특허 제5,121,256호 명세서

발명의 개시

발명이 해결하고자 하는 과제

본 발명은 상기 서술한 바와 같은 사정 하에서 이루어진 것으로, 그 제 1 목적은, 초점위치 검출계 등을 반드시 형성하지 않고도 디포커스가 거의 없는 기판 상으로의 패턴 전사를 실현하는 것이 가능한 노광 장치를 제공하는 것에 있다.

또 본 발명의 제 2 목적은, 액침법에 바람직한 복수의 테이블을 구비한 노광 장치를 제공하는 것에 있다.

또한 본 발명의 제 3 목적은, 고집적도의 마이크로디바이스의 생산성 향상을 꾀하는 것이 가능한 디바이스 제조방법을 제공하는 것에 있다.

과제를 해결하기 위한 수단

본 발명은, 제 1 관점으로 보아, 에너지빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영광학계를 통해 기판 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기판이 재치되며, 그 기판을 유지하여 2차원적으로 이동 가능한 테이블과, 상기 투영광학계의 이미지면 측에 배치되며, 상기 테이블 상의 기판에 대향하는 배어링면과 상기 기판 사이에 액체를 공급하여 그 액체의 정압에 의해 상기 배어링면과 상기 기판의 표면의 간격을 유지하는 하나 이상의 액체 정압 배어링을 포함하는 액체 정압 배어링 장치를 구비하는 제 1 노광 장치이다.

이것에 의하면, 액체 정압 배어링 장치에 의해 액체 정압 배어링의 배어링면과 기판의 표면의 투영광학계의 광축 방향에 관한 간격이 소정 치수로 유지된다. 액체 정압 배어링은 기체 정압 배어링과는 달리 배어링면과 지지대상물(기판) 사이의 비압축성 유체인 액체의 정압을 이용하기 때문에, 배어링의 강성(剛性)이 높고, 배어링면과 기판의 간격을 안정적으로, 또한 일정하게 유지할 수 있다. 그리고 액체(예를 들어 순수)는 기체(예를 들어 공기)에 비하여 점성이 높아, 액체는 진동 감쇠성이 기체에 비하여 양호하다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 초점위치 검출계 등을 반드시 형성하지 않고도 디포커스가 거의 없는 기판 상으로의 패턴 전사를 실현할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 투영광학계와 상기 기판 표면 사이에 공기에 비하여 굴절률이 높은 고굴절률 유체가 항상 존재하는 상태에서, 상기 패턴, 상기 투영광학계 및 상기 고굴절률 유체를 통하여 상기 에너지빔에 의해 상기 기판이 노광되게 할 수 있다. 이러한 경우에는, 투영광학계와 기판 표면 사이에 공기에 비하여 굴절률이 높은 고굴절률 유체가 항상 존재하는 상태에서, 상기 패턴, 투영광학계 및 고굴절률 유체를 통하여 에너지빔에 의해 기판이 노광되기 때문에, 기판 표면에서의 에너지빔의 파장을 공기 중에서의 파장의 $1/n$ 배(n 은 고굴절률 유체의 굴절률)로 단파장화할 수 있어, 초점심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 더 넓어진다.

이 경우에 있어서, 상기 고굴절률 유체는 액체인 것으로 할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 액체 정압 배어링용 액체가 상기 투영광학계와 상기 테이블 상의 상기 기판 사이를 채우기 위한 상기 고굴절률 유체로서 사용되는 것으로 할 수 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 하나 이상의 액체 정압 배어링은, 상기 투영광학계의 광축 방향에 관하여 상기 투영광학계와의 위치관계를 일정하게 유지한 상태에서 배치되어 있는 것으로 할 수 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 투영광학계를 구성하는 가장 기판에 가까운 측의 광학부재(22)는 그 동공면측이 곡면이고 또한 이미지면측이 평면인 것으로 할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 투영광학계를 구성하는 가장 기판에 가까운 측의 광학부재는, 그 이미지면측의 평면이 상기 액체 정압 배어링의 배어링면과 거의 동일 면 상에 위치하는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 그 광학부재와 기판 사이의 간격을 예를 들어 10 μ m 정도로 유지하는 것이 가능해진다. 특히, 투영광학계와 기판 표면 사이에 고굴절률 유체를 채우는 경우에는 그 고굴절률 유체의 소비량이 매우 적어져, 패턴 이미지의 결상 성능이 유체의 굴절을 변화(예를 들어 온도 등에 기인함)의 영향을 잘 받지 않게 된다. 또한, 특히 고굴절률 유체가 액체인 경우에 기판의 건조에 유리해진다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 액체 정압 배어링 장치는 상기 하나 이상의 액체 정압 배어링의 배어링면과 상기 기판 사이에 상기 액체를 공급함과 함께, 상기 배어링면과 상기 기판 사이의 액체를 부압(負壓)을 이용하여 외부로 배출하는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 액체 정압 배어링이 한층 더 강성이 높아져, 한층 더 안정적으로 배어링면과 기판의 간격을 일정하게 유지하는 것이 가능해진다.

이 경우에 있어서, 상기 하나 이상의 액체 정압 배어링은 상기 기판 상의 상기 패턴의 투영영역 주위를 둘러싸는 상태에서 배치되어 있는 것으로 할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 하나 이상의 액체 정압 배어링으로서 복수의 액체 정압 배어링을 사용하고, 그들 복수의 액체 정압 배어링을 기판 상의 패턴의 투영영역 주위를 둘러싸는 상태에서 배치할 수도 있고, 또는 상기 하나 이상의 액체 정압 배어링은 그 배어링면이 상기 기판 상의 상기 투영영역을 둘러싸는 단일 배어링으로 할 수도 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 하나 이상의 액체 정압 배어링은 상기 기관 상의 상기 패턴의 투영영역 주위를 둘러싸는 상태에서 배치되어 있는 경우, 상기 액체 정압 배어링의 상기 배어링면에는 복수의 환 (環) 형상 홈이 다중으로 형성되고, 상기 복수의 홈은 액체 공급홈과 액체 배출홈을 각 하나 이상 포함하는 것으로 할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 복수의 홈은 액체 공급홈과 그 액체 공급홈 내외에 각각 형성된 각 하나 이상의 액체 배출홈을 포함하는 것으로 할 수 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 하나 이상의 액체 정압 배어링은 상기 기관 상의 상기 패턴의 투영영역 주위를 둘러싸는 상태에서 배치되어 있는 경우, 상기 액체 정압 배어링에 형성되며, 하나 이상의 계측점에서 상기 기관 표면과의 사이의 간격을 계속하는 접 센서를 추가로 구비하고, 상기 액체 정압 배어링 장치는 상기 접 센서의 계측치에 따라 상기 액체를 배출하기 위한 부압과 상기 액체를 공급하기 위한 양압 (陽壓) 중 적어도 일방을 조정하는 것으로 할 수 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 테이블을 사이에 두고 상기 액체 정압 배어링에 대항하여 배치되고, 상기 테이블에 대항하는 배어링면과 상기 테이블 사이에 유체를 공급하여 그 유체의 정압에 의해 상기 배어링면과 상기 테이블 면과의 간격을 유지하는 하나 이상의 유체 정압 배어링을 더 구비하는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 결과적으로 테이블과 그 테이블 상의 기관이 상기 서술한 액체 정압 배어링과 상기 유체 정압 배어링에 의해 상하에서 협지된다. 이 경우, 각각의 배어링면과 기관 또는 테이블의 간격을 예를 들어 10 μ m 정도 이하로 안정적으로 일정하게 유지할 수 있다. 따라서, 테이블 자체의 강성은 그다지 높지 않아도 되므로 테이블을 얇게 할 수 있고, 그 만큼 정량화가 가능하다.

이 경우에 있어서, 상기 유체 정압 배어링은, 그 배어링면이 상기 테이블의 상기 기관이 재치되는 면과는 반대측 면상의 상기 투영영역에 대응하는 영역을 둘러싸는 단일 배어링인 것으로 할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 유체 정압 배어링의 상기 배어링면에는 복수의 환 형상 홈이 다중으로 형성되고, 상기 복수의 홈은 유체 공급홈과 유체 배출홈을 각 하나 이상 포함하는 것으로 할 수 있다.

이 경우에 있어서, 상기 복수의 홈은 유체 공급홈과 그 유체 공급홈 내외에 각각 형성된 각 하나 이상의 유체 배출홈을 포함하는 것으로 할 수 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 유체 정압 배어링을 구비하는 경우, 상기 유체는 액체인 것으로 할 수 있다. 즉, 유체 정압 배어링으로서 액체 정압 배어링을 사용할 수 있다. 이러한 경우에는, 테이블과 그 테이블 상의 기관이 비압축유체인 액체에 의해 상하에서 협지되는 것이 되기 때문에, 테이블과 그 테이블 상의 기관을 더욱 안정적으로 협지하는 것이 가능해진다. 이 경우, 상하의 배어링이 모두 고강성이기 때문에, 각각의 배어링면과 기관 또는 테이블과의 간격이 한층 더 안정적이고 일정하게 유지된다.

본 발명의 제 1 노광 장치에는, 상기 배어링면과 상기 기관 표면의 간격은 0 보다 크고 10 μ m 정도 이하로 유지되는 것으로 할 수 있다.

본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 테이블의 상기 2차원면 내의 위치정보를 검출하는 위치 검출계를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.

본 발명은, 제 2 관점에서 보아, 투영광학계와 기관 사이에 액체를 공급하며, 에너지빔에 의해 패턴을 조명하며, 상기 패턴을 상기 투영광학계 및 상기 액체를 통해 상기 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 기관의 재치영역이 형성되며, 그 재치영역 주위 영역의 표면이 상기 재치영역에 재치된 기관의 표면과 거의 면이 일치하도록 설정되고, 상기 액체가 공급되는 상기 투영광학계 바로 아래의 위치를 포함하는 제 1 영역과 그 제 1 영역의 1축 방향의 일측에 위치하는 제 2 영역을 포함하는 소정 범위의 영역 내에서 이동가능한 제 1 테이블, 표면의 면이 거의 일치하도록 설정되며, 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역을 포함하는 영역 내에서 상기 제 1 테이블과는 독립하여 이동가능한 제 2 테이블, 및 상기 제 1, 제 2 테이블을 구동함과 함께, 한 축 테이블이 상기 제 1 영역에 위치하는 제 1 상태로부터 다른 축 테이블이 상기 제 1 영역에 위치하는 제 2 상태로 천이시킬 때, 양 테이블이 상기 1축 방향에 관해 근접 또는 접촉한 상태를 유지하여 양 테이블을 동시에 1축 방향의 상기 제 2 영역측에서 제 1 영역을 향한 방향으로 구동하는 스테이지 구동계를 구비하는 제 2 노광 장치이다.

이것에 의하면, 스테이지 구동계에 의해 액체가 공급되는 투영광학계 바로 아래의 위치를 포함하는 제 1 영역에 한 축 테이블이 위치하는 제 1 상태로부터 다른 축 테이블을 상기 제 1 영역에 위치하는 제 2 상태로 천이시킬 때, 양 테이블이 1축 방향에 관해 근접 또는 접촉한 상태를 유지하여 양 테이블이 동시에 1축 방향의 제 2 영역측에서 제 1 영역측을 향한 방

향으로 구동된다. 이 때문에, 투영광학계 바로 아래에는 항상 어느 하나의 테이블이 존재하며, 그 테이블(기관 또는 그 기관이 배치된 영역 주위의 영역)과 투영광학계 사이에 액침영역이 형성된 상태가 유지되어 투영광학계와 상기 테이블 사이에 액체를 유지할 수 있어, 그 액체의 유출을 방지하는 것이 가능해진다.

또한, 리소그래피 공정에 있어서, 본 발명의 제 1, 제 2 노광 장치 중 어느 하나를 사용하여 노광함으로써 기관 상에 패턴을 높은 정밀도로 형성할 수 있으며, 이로 인해 더욱 고집적도의 마이크로 디바이스를 높은 수율로 제조할 수 있다. 따라서, 본 발명은 또 다른 관점에서 보아, 본 발명의 제 1, 제 2 노광 장치 중 어느 하나를 사용하는 디바이스 제조방법이라고도 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제 1 실시형태의 노광 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 구동장치의 구성을 웨이퍼 테이블(TB)과 함께 나타내는 사시도이다.

도 3은 도 2의 구동장치의 XZ 단면을 수압 패드에 대한 급배수를 위한 배관계와 함께 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 4는 수압 패드(32)의 저면도이다.

도 5는 수압 패드(32, 34)에 의해 웨이퍼 테이블이 지지될 때 웨이퍼 테이블의 수압 패드 근방의 물의 흐름을 나타내는 도면이다.

도 6은 제 1 실시형태의 노광 장치 제어계의 구성을 일부 생략하여 나타내는 블록도이다.

도 7은 위치 검출제로서 간섭계를 사용하는 경우의 웨이퍼 테이블의 구성을 나타내는 도면이다.

도 8은 변형예를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 제 2 실시형태의 노광 장치를 구성하는 웨이퍼 스테이지 장치의 구성을 나타내는 평면도이다.

도 10은 제 2 실시형태에서의 웨이퍼 테이블 교환시의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 11(a)는 수압 패드의 변형예를 설명하기 위한 도면이다.

도 11(b)는 도 11(a)의 수압 패드에 사용하면 바람직한 급수관(또는 배기관)을 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명에 관련된 디바이스 제조방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 13은 도 12의 단계 204의 구체예를 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 최선의 형태

《제 1 실시형태》

이하, 본 발명의 제 1 실시형태에 대하여 도 1~6에 기초하여 설명한다.

도 1에는 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치(100)의 개략구성이 나타나 있다. 이 노광 장치(100)는 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치(이론상 스캐닝·스테퍼)이다. 이 노광 장치(100)는, 조명계(10), 마스크로서의 레티클(R)을 유지하는 레티클 스테이지(RST), 광학유닛(PU), 기관으로서의 웨이퍼(W)가 배치되는 테이블로서의 웨이퍼 테이블(TB) 및 장치 전체를 봉할 제어하는 주제어장치(20) 등을 구비하고 있다.

상기 조명계(10)는, 예를 들어 일본 공개특허공보 2001-313250호 및 이것에 대응하는 미국 특허출원공개 제2003/0025890호 등에 개시된 바와 같이, 광원, 옵티컬 인터그래이터 등을 포함하는 조도균일화 광학계, 빔 스플리터, 릴레이 렌

조, 가변 ND 필터, 레티클 블라인드 등 (모두 도시 생략) 을 포함하여 구성되어 있다. 이 밖에, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-349701호 및 이것에 대응하는 미국특허 제5,534,970호 등에 개시된 바와 같은 조명계와 동일하게 조명계 (10) 를 구성해도 된다.

이 조명계 (10) 에서는, 회로패턴 등이 그려진 레티클 (R) 상의 레티클 블라인드로 규정된 슬릿 형상의 조명영역부분을 에너지빔으로서의 조명광 (노광광; IL) 에 의해 거의 균일한 조도로 조명한다. 여기에서, 조명광 (IL) 으로는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 이 사용되고 있다. 또, 조명광 (IL) 으로서 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자의 광, 또는 초고압 수은램프로부터의 자외역 회선 (g 선, i 선 등) 을 사용하는 것도 가능하다. 또한, 옴티컬 인터그레이터로는 플라이 아이 렌즈, 로프 인터그레이터 (내면반사형 인터그레이터) 또는 회절광학소자 등을 사용할 수 있다. 본 국제출원에서 지정한 지정국 (또는 선택한 선택국) 의 국내법령이 허용하는 한도에서 상기 각 공개정보 및 이들에 대응하는 미국특허 또는 미국 특허출원 공개정보에서의 개시를 인용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.

상기 레티클 스테이지 (RST) 상에는 레티클 (R) 이 예를 들어 진공흡착에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 리니어모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동부 (11; 도 1 에서는 도시하지 않고 도 6 참조) 에 의해 조명계 (10) 의 광축 (후술하는 광학계의 광축 (AX) 에 일치) 에 수직인 XY 평면 내에서 미소 구동 가능함과 함께 소정의 주사방향 (여기에서는 도 1 에서의 지면 내 좌우방향인 Y축 방향으로 함) 에 지정된 주사속도로 구동가능하게 되어 있다.

레티클 스테이지 (RST) 의 XY 면 내의 위치는, 레티클 패이저 간섭계 (이하 「레티클 간섭계」라 함; 16) 에 의해 이동거울 (15) 을 통하여 예를 들어 0.5-1nm 정도의 분해능으로 항상 검출된다. 여기에서, 실제로는 레티클 스테이지 (RST) 상에는 Y축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 이동거울과 X축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 이동거울이 형성되고, 이들 이동거울에 대응하여 레티클 Y 간섭계와 레티클 X 간섭계가 형성되어 있는데, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 이동거울 (15), 레티클 간섭계 (16) 로서 나타나 있다. 또, 예를 들어 레티클 스테이지 (RST) 의 단면을 경면 (鏡面) 가공하여 반사면 (이동거울 (15) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 의 주사방향 (본 실시형태에서는 Y축 방향) 의 위치 검출에 사용되는 X축 방향으로 신장된 반사면 대신에 하나 이상의 코너 큐브형 미러 (예를 들어 래프로 리플렉터) 를 사용해도 된다. 여기에서, 레티클 Y 간섭계와 레티클 X 간섭계 중 한 쪽, 예를 들어 레티클 Y 간섭계는 축장축을 2축 가진 2축 간섭계이고, 이 레티클 Y 간섭계의 제축축에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치에 대하여 θ_z (Z축 둘레 회전) 도 계측할 수 있게 되어 있다.

레티클 간섭계 (16)로부터의 레티클 스테이지 (RST) 의 위치정보는 주제어장치 (20) 에 공급된다. 주제어장치 (20) 에서는, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치정보에 기초하여 레티클 스테이지 구동부 (11; 도 6 참조) 를 통하여 레티클 스테이지 (RST) 를 구동 제어한다.

상기 광학유닛 (PU) 은, 레티클 스테이지 (RST) 의 도 1 에서의 아래쪽에 배치되어 있다. 광학유닛 (PU) 은, 경통 (40) 과, 그 경통 내에 소정 위치관계로 유지된 복수의 광학소자, 구체적으로는 Z축 방향의 공통 광축 (AX) 을 갖는 복수의 렌즈 (렌즈 엘리먼트) 로 이루어지는 광학계 (42) 를 구비하고 있다. 또한 본 실시형태에서는, 경통 (40) 의 하단 (광학계 (42) 를 구성하는 가장 이미지면측 (웨이퍼 (W) 측) 의 광학소자 (광학부재) 를 유지하는 경통 (40) 부분의 선단) 에 액체 정압 베어링으로서의 수압 패드 (32) 가 일체적으로 부착되고, 그 수압 패드 (32) 의 중앙부 개구의 내부에 솔리드 이머전 렌즈 (이하 「SIL」이라 함; 22) 가 배치되어 있다 (도 3 참조). 이 SIL (22) 은 평볼록 렌즈로 이루어지고, 그 평면 (이하, 편의상 「하면」이라 함) 이 아래쪽을 향하게 하여 그 하면이 수압 패드 (32) 의 베어링면과 거의 동일 면으로 되어 있다. SIL (22) 은 굴절률 n_{SIL} 이 2~2.5 정도인 소재에 의해 형성되어 있다.

본 실시형태에서는, 경통 (40) 내부의 광학계 (42) 와 SIL (22) 에 의하여 예를 들어 양측 텔레센트릭으로 소정 부영태울 (예를 들어 1/4배 또는 1/5배) 의 굴절광학계로 이루어지는 부영광학계가 실질적으로 구성되어 있다. 이하, 이 부영광학계를 부영광학계 (PL) 라 기술한다.

이 경우, 조명계 (10)로부터의 조명광 (IL) 에 의해 레티클 (R) 의 조명영역이 조명되면, 이 레티클 (R) 을 통과한 조명광 (IL) 에 의해 부영광학계 (PL) 를 통하여 그 조명영역 내의 레티클 (R) 의 회로패턴의 축소 이미지 (회로패턴 일부의 축소 이미지) 가, 표면에 레지스트 (감광제) 가 도포된 웨이퍼 (W) 상의 상기 조명영역에 공액된 조명광의 조사영역 (이하, 「노광영역」이라고도 함) 에 형성된다.

또한 도시는 생략되어 있지만, 광학계 (42) 를 구성하는 복수의 렌즈 중 특정한 복수의 렌즈는, 주제어장치 (20)로부터의 지시에 기초하여 결상 특성 보정 제어기 (81) 에 의해 제어되며, 부영광학계 (PL) 의 광학특성 (결상 특성을 포함함), 예를 들어 배율, 디스토션, 코마수가 및 이미지면 탄곡 (이미지면 경사를 포함함) 등을 조정할 수 있게 되어 있다.

또, 상기의 수압 패드 (32) 및 여기에 접속된 배관계의 구성 등에 대해서는 뒤에 상세하게 서술한다.

상기 웨이퍼 테이블 (TB) 은 직사각형 판상부재로 이루어지고, 그 표면에는 중앙에 원형 개구 (또 2 참조) 가 형성된 보조 플레이트 (24) 가 고착되어 있다. 여기에서, 도 2 에 나타내는 바와 같이 보조 플레이트 (24) 와 웨이퍼 (W) 사이에는 간극 (D) 이 존재하지만, 간극 (D) 의 치수는 3mm 이하가 되도록 설정되어 있다. 또한 웨이퍼 (W) 에는 그 일부에 노치 (V 자 형상의 절결) 가 존재하지만, 이 노치의 치수는 간극 (D) 보다 더 작아 1mm 정도이므로 도시는 생략하고 있다.

또한, 보조 플레이트 (24) 에는 그 일부에 원형 개구가 형성되고, 그 개구 내에 기준마크판 (FM) 이 간극이 없도록 끼워 넣어져 있다. 기준마크판 (FM) 은 그 표면이 보조 플레이트 (24) 와 동일 면으로 되어 있다. 기준마크판 (FM) 의 표면에는 후술하는 레티클 얼라인먼트나 후술하는 얼라인먼트 검출계 (ALG) 의 에이스라인 계측 등에 사용되는 각종 기준마크 (모두 도시 생략) 가 형성되어 있다.

여기에서, 실제로는 보조 플레이트 (24) 와 웨이퍼 테이블 (TB) 사이에는 도 3 에 나타내는 바와 같이 탄성체 (25) 가 위치하고 있다. 이 경우, 보조 플레이트 (24) 의 상방에 수압 패드 (32) 가 위치하지 않는 상태에서는 보조 플레이트 (24) 의 상면이 웨이퍼 상면보다 항상 낮아지도록 설정되어 있다. 그리고, 보조 플레이트 (24) 의 상방에 수압 패드 (32) 가 위치하는 상태에서는, 수압 패드 (32) 의 양압과 부압의 밸런스에 의해 보조 플레이트 (24) 의 상면이 웨이퍼 (W) 상면과 일치하는 높이까지 상승하게 되어 있다. 이로써, 수압 패드 (32) 와 이것에 대항하는 보조 플레이트 (24) 의 상면과의 갭이 일정하게 유지되기 때문에, 압력이 일정하게 유지됨과 함께 물의 누출량을 거의 0 으로 할 수 있다.

웨이퍼 테이블 (TB) 은 주사방향 (Y축 방향) 의 이동뿐만 아니라 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트영역을 상기 조명영역과 광역인 노광영역에 위치시킬 수 있도록, 주사방향에 직교하는 비주사방향 (X축 방향) 에도 후술하는 구동장치에 의해 이동 가능하게 구성되어 있다. 이것에 의해, 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역을 주사 (스캔) 노광하는 동작과, 다음 쇼트의 노광을 위한 가속개시위치 (주사개시위치) 까지 이동시키는 동작 (구획영역간 이동동작) 을 반복하는 스텝 앤드 스캔 동작을 할 수 있게 되어 있다.

또한 웨이퍼 테이블 (TB) 의 하면 (이면) 측에는, 도 1 에 나타내는 바와 같이 상기 서술한 수압 패드 (32) 에 대항하여 유체 정압 배어링으로서의 수압 패드 (34) 가 배치되어 있고, 이 수압 패드 (34) 는 고정부재 (36) 의 상면에 고정되어 있다. 이 경우, 웨이퍼 테이블 (TB) 과 그 웨이퍼 테이블 (TB) 상의 웨이퍼 (W) 가 수압 패드 (32) 와 수압 패드 (34) 에 의해 상하로부터 비접촉으로 Held 되어 있다. 또, 이 수압 패드 (34) 및 이것에 접속된 배관계의 구성 등에 대해서는 후술한다.

또 웨이퍼 테이블 (TB) 의 XY 평면 내에서의 위치 (Z축 둘레의 회전 (θz 회전) 을 포함함) 는 엔코더 (96) 에 의해 제속되고 있지만, 이 점에 관해서도 후술한다.

다음으로, 웨이퍼 테이블 (TB) 을 구동하는 구동장치에 대하여, 도 2 및 도 3 에 기초하여 설명한다. 도 2 에는 구동장치 (50) 의 구성이 웨이퍼 테이블 (TB) 등과 함께 사시도로 도시되고, 도 3 에는 이 구동장치 (50) 의 XZ 단면이 상기 서술한 수압 패드 (32, 34) 에 대한 급배수를 위한 배관계와 함께 개략적으로 나타나 있다.

구동장치 (50) 는 웨이퍼 테이블 (TB) 을 이동 가능하게 하방에서 지지하는 스테이지 (52; 도 2 참조) 와, 웨이퍼 테이블 (TB) 을 스테이지 (52) 에 대하여 주사방향인 Y축 방향으로 구동함과 함께 비주사방향 (X축 방향) 으로 미소 구동하는 제 1 구동기구와, 스테이지 (52) 와 일체적으로 웨이퍼 테이블 (TB) 을 X축 방향으로 구동하는 제 2 구동기구를 구비하고 있다.

상기 스테이지 (52) 는, 직사각형 프레임형상의 부재로 이루어지고 (도 3 참조), 그 저면의 Y축 방향의 일측과 타측에는 도 2 에 나타내는 바와 같이 예를 들어 X축 방향에 소정 간격으로 배치된 복수의 영구자석을 갖는 자극유닛으로 이루어지는 한 쌍의 X 가동자 (54A, 54B) 가 형성되어 있다. 이들 X 가동자 (54A, 54B) 와 함께 각각 X축 리니어모터 (58A, 58B) 를 구성하는 전기자 유닛으로 이루어지는 X 고정자 (56A, 56B) 가 X축 방향에 각각 연장 설치되어 있다. X 고정자 (56A, 56B) 는 동일한 XY 면 내에서 Y축 방향에 소정 간격을 두고 배치되고, 각각 도시하지 않는 지지부재에 의해 지지되어 있다. X 고정자 (56A, 56B) 는 X 가동자 (54A, 54B) 가 그 내부에 삽입 가능한 단면 U 자 형상으로 되어 있고, X 가동자 (54A, 54B) 가 대항하는 적어도 일면에는 X축 방향에 소정 간격으로 배치된 복수의 전기자 코일을 갖고 있다.

이렇게 하여 구성되는 X축 리니어모터 (58A, 58B) 에 의해 스테이지 (52) 와 일체적으로 웨이퍼 테이블 (TB) 이 X축 방향으로 구동된다. 즉, X축 리니어모터 (58A, 58B) 에 의해 제 2 구동기구의 적어도 일부가 구성되어 있다.

상기 웨이퍼 테이블(TB)은, 도 3에 나타내는 바와 같이 그 저면의 X축 방향의 일측과 타측의 단부 근방에 각각 형성된 복수의 에어베어링(48)을 통하여 스테이지(52)의 상면의 상방에 수 mm 정도의 플리어런스를 통하여 부상 지지되어 있다.

웨이퍼 테이블(TB)의 X축 방향의 일측과 타측의 단면에서 Y축 방향의 거의 중앙의 위치에는, 도 2에 나타내는 바와 같이 예를 들어 Y축 방향에 소정 간격으로 배치된 복수의 영구자석을 갖는 자극유닛으로 이루어지는 한 쌍의 Y가동자(60A, 60B)가 각각 형성되어 있다. 이들 Y가동자(60A, 60B)와 함께 Y축 리니어모터(64A, 64B)를 각각 구성하는 Y고정자(62A, 62B)가, 스테이지(52)상면의 X축 방향의 일측과 타측의 단부에 Y축 방향으로 각각 연장 설치되어 있다. Y고정자(62A, 62B) 각각은 예를 들어 Y축 방향으로 소정 간격으로 배치된 복수의 전기자 코일을 갖는 전기자 유닛에 의해 구성된다. 웨이퍼 테이블(TB)은 Y축 리니어모터(64A, 64B)에 의해 Y축 방향으로 구동된다. 또한, Y축 리니어모터(64A, 64B)가 발생하는 구동력을 약간 다르게 함으로써 웨이퍼 테이블(TB)을 Z축 둘레로 회전시키는 것도 가능하다.

그리고, 웨이퍼 테이블(TB)의 X축 방향 일측(-X측)의 단면에는, Y가동자(60B)의 +Y측, -Y측에 상기 Y고정자(62B)와 함께 각각 보이스코일 모터를 구성하는 U자형상의 영구자석(66A, 66B)이 형성되어 있다. 이들 보이스코일 모터는 웨이퍼 테이블(TB)을 X축 방향으로 미소 구동한다. 이하에서는 이들 보이스코일 모터를, 그 가동자인 영구자석과 동일한 부호를 사용하여 보이스코일 모터(66A, 66B)라고도 한다.

지금까지의 설명에서 알 수 있는 바와 같이, Y축 리니어모터(64A, 64B) 및 보이스코일 모터(66A, 66B)에 의해 제 1 구동기구의 적어도 일부가 구성되어 있다.

도 1로 되돌아가, 광학유닛(PU)의 경통(40)의 측면에는 오프 액시스(off-axis) 방식의 얼라인먼트 검출계(ALG)가 형성되어 있다. 이 얼라인먼트 검출계(ALG)로는, 예를 들어 웨이퍼 상의 레지스트를 감광시키지 않는 광대역인 검출광을 대상마크에 조사하여, 그 대상마크로부터의 반사광에 의해 수광면에 결상된 대상마크의 이미지와 도시하지 않는 지표의 이미지를 촬상소자(CCD)등으로 촬상하고, 그들의 촬상신호를 출력하는 화상처리 방식의 FIA(Field Image Alignment)계의 얼라인먼트 센서가 사용되고 있다. 이 얼라인먼트 검출계(ALG)의 출력에 기초하여 기준마크판(FM)상의 기준마크 및 웨이퍼 상의 얼라인먼트 마크의 X, Y 2차원 방향의 위치계측을 실시하는 것이 가능하다.

다음으로, 수압 패드(32, 34) 및 이들에 접속된 배관계에 대하여 도 3 및 도 4에 기초하여 설명한다.

광학 유닛(PU)의 경통(40)상면측의 단부(하단부)에는, 도 3에 나타내는 바와 같이 하방으로 감에 따라 그 직경이 작아지는 테이퍼부(40a)가 형성되어 있다. 이 경우, 테이퍼부(40a)의 내부에 광학계(42)를 구성하는 가장 이미지면측의 렌즈(도시 생략), 즉 투영광학계(PL)를 구성하는 이미지면에 두 번째로 가까운 렌즈가 배치되어 있다.

경통(40)의 하방에 부착된 수압 패드(32)는, 일례로서 외경이 60mm, 내경이 35mm 정도이고, 높이가 20mm~50mm 정도인 두께의 원통형(도넛형)의 형상을 가진 것이 사용되고 있다. 이 수압 패드(32)는, 그 베어링면(저면)이 XY평면에 평행하게 되는 상태에서 경통(40)의 하단면에 베어링면과 반대측의 면(상면)이 고착되어 있다. 그 결과, 본 실시형태에서는 투영광학계(PL)의 광축(AX)방향에 관하여 수압 패드(32)와 투영광학계(PL)의 위치관계가 일정하게 유지되게 되어 있다.

수압 패드(32)의 베어링면(저면)에는, 도 3 및 수압 패드(32)의 저면도인 도 4를 종합하면 알 수 있듯이, 액체 배출홈(및 홈)으로서의 원환(圓環)형상 배수홈(68), 액체 공급홈(및 홈)으로서의 원환형상 급수홈(70) 및 액체 배출홈(및 홈)으로서의 원환형상의 배수홈(72)이 안쪽에서 바깥쪽으로 차례로, 또한 동심원상으로 형성되어 있다. 또, 도 3에서는 이들 3개의 홈(68, 70, 72)중 중앙의 급수홈(70)의 홈폭이 나머지 두 개의 홈의 홈폭의 약 2배 정도로 되어 있지만, 홈(70)과 홈(72)의 면적비는 각 양압, 부압에 의한 힘이 잘 어울리게 결정된다.

배수홈(72)의 내부 저면(도 3의 내부 상면)에는, 상하방향으로 관통하는 관통구멍(74)이 거의 등간격으로 복수 형성되고, 각 관통구멍(74)에 배수관(76)의 일단이 각각 접속되어 있다.

마찬가지로, 급수홈(70)의 내부 저면(도 3의 내부 상면)에는, 상하방향으로 관통하는 관통구멍(78)이 거의 등간격으로 복수 형성되고, 각 관통구멍(78)에 급수관(80)의 일단이 각각 접속되어 있다.

마찬가지로, 배수홈(68)의 내부 저면(도 3의 내부 상면)에는, 상하방향으로 관통하는 관통구멍(82)이 거의 등간격으로 복수 형성되고, 각 관통구멍(82)에 배수관(84)의 일단이 각각 접속되어 있다.

상기 각 급수관 (80) 의 타단은, 밸브 (86a) 를 각각 통하여 액체공급장치 (88) 에 그 일단이 접속된 공급관로 (90) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 액체공급장치 (88) 는 액체의 탱크, 가압펌프, 온도제어장치 등을 포함하여 구성되며, 주제어장치 (20) 에 의해 제어된다. 이 경우, 대응하는 밸브 (86a) 가 열린 상태일 때 액체공급장치 (88) 가 작동되면, 예를 들어 노광장치 (100) (의 본체) 가 수납되어 있는 챔버 (도시 생략) 내의 온도와 동일한 정도의 온도로 온도제어장치에 의해 조절된 액침용의 소정 액체가 공급관로 (90), 급수관 (80) 및 관통구멍 (78) 을 차례로 통하여 수압 패드 (32) 의 급수홀 (70) 내부로 공급된다. 또, 이하에서는 각 급수관 (80) 에 형성된 밸브 (86a) 모두를 밸브군 (86a) 이라고도 기술한다 (도 6 참조).

상기 액체로는, 여기에서는 ArF 엑시머 레이저광 (193.3nm 의 광) 이 투과하는 초순수 (超純水; 이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고 간단히 「물」 이라 기술함) 을 사용하는 것으로 한다. 초순수는 반도체 제조공장 등에서 쉽게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 웨이퍼 상의 포토레지스트나 광학렌즈 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한 초순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 웨이퍼의 표면 및 SIL (22) 의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.

상기 각 배수관 (76) 의 타단은, 밸브 (86b) 를 각각 통하여 액체회수장치 (92) 에 그 일단이 접속된 배수로 (94) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 액체회수장치 (92) 는 액체의 탱크 및 진공펌프 (또는 흡인펌프) 등을 포함하여 구성되고, 주제어장치 (20) 에 의해 제어된다. 이 경우, 대응하는 밸브 (86b) 가 열린 상태일 때, 수압 패드 (32) 의 배어링면과 웨이퍼 (W) 표면 사이의, 배수홀 (72) 근방에 존재하는 물이 배수관 (76) 을 통하여 액체회수장치 (92) 에 의해 회수된다. 또, 이하에서는 각 배수관 (76) 에 형성된 밸브 (86b) 모두를 밸브군 (86b) 이라고도 한다 (도 6 참조).

또한 상기 각 배수관 (84) 의 타단은, 도시하지 않는 수조의 내부공간으로 들어가고, 그 수조의 내부공간은 대기 중에 개방되어 있다.

상기 수압 패드 (34) 는, 상기 수압 패드 (32) 와 마찬가지로 외경이 60mm, 내경이 35mm 정도이고, 높이가 20mm~50mm 정도 두께의 원통형 (도넛 형상) 의 형상을 갖는 것이 사용되고 있다. 이 수압 패드 (34) 는 그 배어링면 (상면) 이 XY 평면에 평행하게 되는 상태에서 고정부재 (36) 의 상면에 고정되어 있다.

상기 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면에는, XY 2차원 스케일 (도시 생략) 이 형성되고, 이 XY 2차원 스케일을 판독 가능한 광학식 (또는 자기식) 의 엔코더 (96) 가 수압 패드 (34) 의 중앙 개구의 내부에 형성되어 있다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 일부가 엔코더 (96) 에 대향하는 상태에서는, 엔코더 (96) 에 의해 웨이퍼 테이블 (TB) 의 XY 면 내의 위치정보를 소정의 분해능, 예를 들어 0.2mm 에서 재측할 수 있다. 이 엔코더 (96) 의 재측치가 주제어장치 (20) 에 공급되고 있다 (도 6 참조). 웨이퍼 테이블 (TB) 은 상하의 수압 패드 (32, 34) 에 강하게 억제되어 있기 때문에, 수압 패드 (32, 34) 사이에 끼인 웨이퍼 테이블 (TB) 의 부분이 휘지 않아, 엔코더 (96) 의 재측치에 포함되는 웨이퍼 테이블 (TB) 의 휨에 기인하는 사인 오차는 매우 작아진다.

수압 패드 (34) 의 배어링면에는, 상기 서술한 수압 패드 (32) 와 완전히 동일한 배치형상으로 하나의 유체 공급홀 (및 홀) 으로서의 급수홀 (102) 과, 그 외측 및 내측의 유체 배출홀 (및 홀) 으로서의 배수홀 (104, 106) 이 형성되어 있다. 이들 홀 (102, 104, 106) 에는, 상기 서술한 바와 같이 수압 패드 (34) 의 지면에 연통하는 복수의 관통구멍이 각각 형성되어 있다. 급수홀 (102) 은 복수의 관통구멍 각각을 통하여 복수의 급수관 (108) 각각의 일단이 접속되고, 각 급수관 (108) 의 타단은 밸브 (86c) 및 도시하지 않는 급수로를 통하여 액체공급장치 (114; 도 3 에서는 도시 생략, 도 6 참조) 에 접속되어 있다. 이 액체공급장치 (114) 는 상기 서술한 액체공급장치 (88) 와 동일하게 구성되어 있다.

외측의 배수홀 (104) 은, 복수의 관통구멍 각각을 통하여 복수의 배수관 (110) 각각의 일단이 접속되고, 각 배수관 (110) 의 타단은 밸브 (86d) 및 도시하지 않는 회수로를 통하여 액체회수장치 (116; 도 3 에서는 도시 생략, 도 6 참조) 에 접속되어 있다. 액체회수장치 (116) 는 상기 서술한 액체회수장치 (92) 와 동일하게 구성되어 있다.

내측의 배수홀 (106) 은, 상기와 같이 복수의 관통구멍 각각을 통하여 복수의 배수관 (112) 각각의 일단이 접속되고, 각 배수관 (112) 의 타단은 밸브 (86e) 및 도시하지 않는 회수로를 통하여 액체회수장치 (116) 에 접속되어 있다. 즉, 수압 패드 (34) 에서는, 내측의 배수홀 (106) 은 대기해방 (大氣解放) 상태는 아니다.

이하의 설명에서는, 복수의 급수관 (108) 의 타단에 각각 형성된 밸브 (86c) 모두를 밸브군 (86c) 이라고도 기술한다 (도 6 참조). 마찬가지로 복수의 배수관 (110, 112) 의 타단에 각각 형성된 밸브 (86d, 86e) 를 각각 합해 밸브군 (86d, 86e) 이라고도 기술한다 (도 6 참조).

또 상기 각 밸브로는, 개폐 외에 그 개방도의 조절이 가능한 조절 밸브(예를 들어 유량제어밸브) 등이 사용되고 있다. 이들 밸브는 주제어장치(20)에 의해 제어된다(도 6 참조).

도 6 예는, 노광 장치(100) 제어계의 구성이 일부 생략되어 불록도로 나타나 있다. 이 제어계는 워크스테이션(또는 마이크로컴퓨터) 등으로 이루어지는 주제어장치(20)를 중심으로 하여 구성되어 있다.

여기에서, 본 실시형태의 노광 장치(100)에서의, 수압 패드(32, 34)에 의한 웨이퍼 테이블(TB)의 지지에 대하여, 주제어장치(20)의 동작을 포함해 도 3, 도 5 및 도 6 등을 참조하여 설명한다.

먼저 웨이퍼 테이블(TB)이 정지상태에 있는, 예를 들어 수압 패드(32, 34)에 의해 웨이퍼 테이블(TB)의 지지가 개시될 때의 모습을 설명한다.

주제어장치(20)는, 먼저 밸브군(86a)을 소정의 개방도로 연 상태에서 액체공급장치(88)로부터 상측의 수압 패드(32)에 대하여 급수를 개시함과 함께, 밸브군(86b)을 소정 개방도로 연 상태에서 액체회수장치(92)의 작동을 개시시킨다. 이로써, 액체공급장치(88)로부터 급수로(90) 및 각 급수관(80)을 통하여 수압 패드(32)의 급수홀(70) 내부로 소정 압력(양압)의 물이 이송되고, 이 이송된 물의 일부가 수압 패드(32)의 급수홀(70) 내부 및 수압 패드(32)의 배어링면과 웨이퍼(W) 사이를 통하여 배수홀(72), 각 관통구멍(74), 배수관(76) 및 배수로(94)를 통하여 액체회수장치(92)로 회수된다(도 5 참조).

또한 주제어장치(20)는, 상기 서술한 수압 패드(32)에 대한 급수의 개시와 거의 동시에, 밸브군(86c)을 소정의 개방도로 연 상태에서 액체공급장치(114)로부터 하측의 수압 패드(34)에 대하여 급수를 개시함과 함께, 밸브군(86d, 86e)을 각각 소정 개방도로 연 상태에서 액체회수장치(116)의 작동을 개시시킨다. 이로써, 액체공급장치(114)로부터 급수로 및 각 급수관(108)을 통하여 수압 패드(34)의 급수홀(102) 내부로 소정 압력(양압)의 물이 이송되고, 이 이송된 물이 수압 패드(34)의 급수홀(102) 내부 및 수압 패드(34)의 배어링면과 웨이퍼 테이블(TB) 사이의 공간으로 퍼진 뒤, 배수홀(104, 106) 및 각 관통구멍, 그리고 배수관(110, 112)을 통하여 액체회수장치(116)로 회수된다(도 5 참조). 이 때, 주제어장치(20)는 수압 패드(34)에 공급되는 물의 양과, 수압 패드(34)의 배수홀(104, 106)을 통하여 배출되는 물의 양이 거의 일치하도록 밸브군(86d, 86e)의 각 밸브의 개방도, 액체공급장치(114)에서 공급되는 물의 압력, 액체회수장치(116)가 각 배수관(110, 112)의 내부에 발생시키는 부압 등을 설정하고 있다. 그 결과, 항상 일정량의 물이 수압 패드(34)와 웨이퍼 테이블(TB) 사이에 채워지게 되어 있다. 따라서, 수압 패드(34)의 배어링면과 웨이퍼 테이블(TB)의 이면 사이의 물의 층 두께가 항상 일정해져, 고강성으로 웨이퍼 테이블(TB)이 수압 패드(34)에 의해 지지된다. 이 때, 수압 패드(34)와 웨이퍼 테이블(TB) 사이의 물의 압력은, 상측 수압 패드(32)에 대한 예압력(여압력)으로서 작용한다. 즉, 웨이퍼 테이블(TB)은 항상 일정한 힘으로 하방으로부터 가압되고 있다.

이 때, 주제어장치(20)는 수압 패드(32)에 대한 급수량이 배수홀(72)에서 배수되는 양보다 약간 많아지도록 밸브군(86a, 86b)의 각 밸브의 개방도, 액체공급장치(88)에서 공급되는 물의 압력, 액체회수장치(92)가 각 배수관(76)의 내부에 발생시키는 부압 등을 설정하고 있다. 이 때문에, 수압 패드(32)에 공급되고 배수홀(72)에서 배수되지 않은 나머지 물은 수압 패드(32)의 배어링면과 웨이퍼(W)사이의 공간(SIL(22) 아래의 공간을 포함함)을 채운 후 배수홀(68)에 형성된 각 관통홀(82), 배수관(84)을 통하여 외부로 배수된다.

여기에서, 배수홀(68)은 대기 개방된 수동적인 배수홀으로 되어 있기 때문에, SIL(22)과 웨이퍼(W) 사이에 존재하는 물은 대기 개방된 상태로 되어 있다. 따라서, SIL(22)에는 거의 수압이 가해지지 않고 스트레스(응력)가 발생하지 않는다.

한편으로, 급수홀(70) 내부 근방의 물은 높은 압력(양압)이 가해져 있어, 높은 부하용량과 강성을 수압 패드(32)에 부여하고 있다. 또한 수압 패드(32)와 웨이퍼(W) 표면 사이에는 항상 일정량의 물이 이송되며, 이 이송된 물의 일부인 일정량의 물이 액체회수장치(92)에 의해 항상 회수되고 있다. 그 결과, 수압 패드(32)의 배어링면과 웨이퍼(W) 표면 사이의 간극(이른바 베어링 간극)이 일정하게 유지되어 있다.

따라서, 본 실시형태에서는 웨이퍼 테이블(TB) 및 그 웨이퍼 테이블(TB) 상에 재치된 웨이퍼(W)의 SIL(22)의 주변영역부분은 수압 패드(32, 34)에 의해 상하에서 협지된 상태로, 그리고 높은 강성으로 지지되어 있다.

그리고, 웨이퍼 테이블(TB)이 소정 방향, 예를 들어 도 5 중에 화살표 C로 나타내는 방향으로 이동할 때에는 SIL(22)의 아래쪽으로 도 5에 화살표 F로 나타내는 물의 흐름이 생긴다. 이 화살표 F로 나타내는 흐름은 비압축성 점성 유체이고, 또한 뉴턴의 점성법칙이 성립하는 뉴턴유체인 물이, 웨이퍼(W)표면과 SIL(22)하면의 상대변위에 의해 전단력을 받는 것에 기인하여 생기는 종류 쿠티(Couette) 흐름이다.

본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 웨이퍼 테이블(TB) 및 웨이퍼(W)가 수압 패드(32, 34)에 의해 상기 서술한 바와 같이 협지되고 또 구동될 때, 예를 들어 후술하는 웨이퍼 테이블(TB)의 쇼트간 스테핑시 및 스캔 노광시 등에는 그 구동방향에 따른 방향의 종류 쿠티 흐름이 생기기 때문에 SIL(22)하방의 물이 교체되게 되어 있다.

상기 서술한 바와 같이 하여 구성된 본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 통상의 스캐닝 스테퍼와 마찬가지로 도시하지 않은 래티클 얼라인먼트계, 얼라인먼트 검출계 ALG 및 상기 서술한 기준마크판(FM) 등을 사용한, 래티클 얼라인먼트, 얼라인먼트 검출계 ALG의 베이스라인 계측, 그리고 EGA(Enhanced Global Alignment) 등의 웨이퍼 얼라인먼트 등의 소정 준비작업이 실행된다. 또, 상기 래티클 얼라인먼트, 베이스라인 계측 등의 준비작업에 대해서는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평7-176468호 및 이것에 대응하는 미국특허 제5,646,413호에 상세하게 개시되어 있고, 여기에 이어지는 EGA에 대해서는 일본 공개특허공보 소61-44429호 및 이것에 대응하는 미국특허 제4,780,617호 등에 상세하게 개시되어 있다. 본 국제출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내법령이 허용하는 한도에서 상기 각 공보 및 이들에 대응하는 상기 미국특허에서의 개시를 인용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.

그리고, 웨이퍼 얼라인먼트가 종료되면, 주제어장치(20)에 의해 상기 서술한 수압 패드(32, 34)에 대한 급수동작이 개시되고, 상기 서술한 바와 같이 하여 웨이퍼 테이블(TB) 및 그 웨이퍼 테이블(TB)상에 재치된 웨이퍼(W)가 수압 패드(32, 34)에 의해 고정성으로 협지된다.

이어서, 주제어장치(20)에 의해 웨이퍼 얼라인먼트의 결과에 기초하여 웨이퍼(W)상의 첫 번째 구획영역으로서의 제1 쇼트영역(퍼스트 쇼트)의 노광을 위한 가속개시위치에 구동장치(50)를 통하여 웨이퍼 테이블(TB)이 이동된다.

상기 가속개시위치에 대한 웨이퍼(W)의 이동이 종료되면, 주제어장치(20)가 래티클 스테이지 구동부(11) 및 구동장치(50)의 제1 구동기구(Y축 리니어모터(64A, 64B) 및 보이스코일모터(66A, 66B))를 통하여 래티클 스테이지(RST)와 웨이퍼 테이블(TB)의 Y축 방향의 상대주사를 시작한다. 그리고, 래티클 스테이지(RST)와 웨이퍼 테이블(TB)이 각각의 목표주사속도에 도달하여 동속동기상태에 이르면, 조명계(10)로부터의 조명광(자외광스광; IL)에 의해 래티클(R)의 패턴영역이 조명되기 시작하여 주사노광이 개시된다. 상기 상대주사는 주제어장치(20)가 상기 서술한 엔코더(96) 및 래티클 간섭계(16)의 계측치를 모니터링하면서 래티클 스테이지 구동부(11) 및 상기 제1 구동기구를 제어함으로써 이루어진다.

주제어장치(20)는, 특히 상기 주사노광시에는 래티클 스테이지(RST)의 Y축 방향의 이동속도(V_r)와 웨이퍼 테이블(TB)의 Y축 방향의 이동속도(V_w)가 투영광학계(PL)의 투영배율에 따른 속도비로 유지되도록 동기제어한다.

그리고, 래티클(R)의 패턴영역이 다른 영역이 자외광스광으로 차차 조명되어 패턴영역 전체면에 대한 조명이 완료됨으로써, 웨이퍼(W)상의 퍼스트 쇼트의 주사노광이 종료된다. 이로써 래티클(R)의 패턴이 투영광학계(PL)를 통하여 퍼스트 쇼트에 축소 전사된다.

이렇게 하여 웨이퍼(W)상의 퍼스트 쇼트에 대한 주사노광이 종료되면, 주제어장치(20)에 의해 구동장치(50)의 제2 구동기구(X축 리니어모터(58A, 58B))를 통하여 웨이퍼 테이블(TB)이 예를 들어 X축 방향으로 단계 이동되어, 웨이퍼(W)상의 세컨드 쇼트(두 번째 구획영역으로서의 쇼트영역)의 노광을 위한 가속개시위치로 이동된다. 이어서, 주제어장치(20)의 관리 하 웨이퍼(W)상의 세컨드 쇼트에 대하여 상기 서술한 바와 같은 주사노광이 이루어진다.

이렇게 하여 웨이퍼(W)상의 쇼트영역의 주사노광과 쇼트영역 사이의 스테핑 동작이 반복 실시되어 웨이퍼(W)상의 복수의 구획영역으로서의 쇼트영역에 래티클(R)의 회로패턴이 차례로 전사된다.

여기에서, 상기 웨이퍼 테이블(TB)의 쇼트간 스테핑시 및 스캔노광시 등에는, 웨이퍼 테이블(TB)의 그 구동방향에 따른 방향의 상기 서술한 종류 쿠티 흐름이 생기기 때문에, SIL(22)하방의 물이 항상 교체된다. 따라서, 노광 장치(100)에서는 신선하고 온도가 안정된 물을 항상 사용하여 액침 노광이 이루어지게 되어 있다.

또, 예를 들어 웨이퍼 (W) 상의 주변쇼트영역을 노광하는 경우 등에는, 수압 패드 (32) 의 베어링면의 적어도 일부가 웨이퍼 (W) 에서 벗어나는 경우가 있지만, 웨이퍼 테이블 (TB) 상에는 웨이퍼 (W) 주변에 상기 서술한 보조 플레이트 (24) 가 형성되어 있기 때문에, 수압 패드 (32) 의 베어링면 전역이 웨이퍼 (W) 또는 보조 플레이트 중 어느 하나에 대한 상태가 유지된다. 이 경우, 상기 서술한 바와 같이 보조 플레이트 (24) 의 상부에 수압 패드 (32) 가 위치하는 상태에서는 수압 패드 (32) 의 양압과 부압의 밸런스에 의해 보조 플레이트 (24) 의 상면이 웨이퍼 (W) 상면과 일치하는 높이까지 상승하게 되어 있는 점에서, 수압 패드 (32) 에 공급된 물을 수압 패드 (32) 와 보조 플레이트 (24) 또는 웨이퍼 (W) 로 흡입할 수 있기 때문에, 물의 누출을 막을 수 있다.

지금까지의 설명에서 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에서는 수압 패드 (32), 액체공급장치 (88), 액체회수장치 (92) 및 이들에 접속된 급배수계 (구체적으로는 배수관 (76), 급수관 (80), 배수관 (84), 밸브군 (86a, 86b), 공급관로 (90) 및 배수관로 (94)) 에 의해 액체 배어링 장치가 구성되어 있다.

이상 상세하게 설명한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 상기 액체 정압 배어링 장치에 의해 수압 패드 (32) 의 베어링면과 웨이퍼 테이블 (TB) 상에 배치된 웨이퍼 (W) 표면과의 투영광학계 (PL) 의 광축 (AX) 방향 (Z축 방향) 에 관한 간격이 소정 치수 (예를 들어 10 μ m 정도) 로 유지된다. 또, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면측에는 수압 패드 (32) 에 대향하여 유체 정압 배어링으로서의 수압 패드 (34) 가 배치되며, 그 수압 패드 (34) 에 의해 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면에 대향하는 베어링면과 웨이퍼 테이블 사이에 물을 공급하고 그 물의 정압에 의해 그 베어링면과 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면 사이의 간격이 유지되어 있다. 그 결과, 웨이퍼 테이블 (TB) 과 그 웨이퍼 테이블 (TB) 상의 웨이퍼 (W) 가 수압 패드 (32) 와 수압 패드 (34) 에 의해 상하에서 협지된다. 이 경우, 수압 패드 (32, 34) 각각의 베어링면과 웨이퍼 (W) 또는 웨이퍼 테이블 (TB) 의 간격을 예를 들어 10 μ m 정도 이하로 안정적으로 또한 일정하게 유지할 수 있다. 수압 패드 등의 액체 정압 배어링은 기체 정압 배어링과는 달리 베어링면과 지지대상물 (웨이퍼 (W) 또는 웨이퍼 테이블 (TB)) 사이의 비압축성 유체인 물 (액체) 의 정압을 이용하기 때문에 베어링의 강성이 높고, 베어링면과 지지대상물의 간격을 안정적으로 또한 일정하게 유지할 수 있다. 또한 물 (액체) 은 기체 (예를 들어 공기) 에 비하여 점성이 높고, 액체는 진동감쇠성이 기체에 비하여 양호하다. 그 결과, 웨이퍼 테이블 (TB) 및 웨이퍼 (W) 는 그 이동시에 적어도 노광영역 및 그 근방의 부분에서는 Z축 방향 (광축 (AX) 방향) 의 위치 어긋남이 생기지 않게 되어 있다.

따라서, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 포커스센서 등의 초점위치 검출계를 특별히 형성하지 않더라도 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이동에 기인하는 디포커스의 발생을 거의 확실하게 방지한 상태에서 래티클 (R) 의 패턴을 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트영역에 전사하는 것이 가능해진다.

또한 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 웨이퍼 테이블 (TB) 및 웨이퍼 (W) 가 웨이퍼 (W) 상에 대한 패턴의 투영영역 (노광영역) 이 포함되는 SIL (22) 주위의 비 형상 영역 (수압 패드 (32, 34) 의 베어링면에 대응하는 영역) 부분에서 수압 패드 (32, 34) 에 의해 고정성으로 협지되기 때문에, 웨이퍼 테이블 (TB) 자체의 강성은 그다지 높지 않아도 된다. 그 결과, 웨이퍼 테이블 (TB) 을 얇게 할 수 있어, 그만큼 웨이퍼 테이블 (TB) 의 경량화, 나아가서는 그 위치제어성의 향상이 가능하다. 예를 들어, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 두께를 종래의 1/4 정도 이하로 설정하는 것도 가능하다. 즉, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 두께는 10mm 정도 이하로 설정할 수 있다.

또한, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 투영광학계 (PL) 의 가장 이미지면측의 광학부재인 SIL (22) 의 하면과 웨이퍼 (W) 표면 사이에, 공기에 비하여 굴절률이 높은 물 (고굴절률 유체) 이 항상 존재하는 상태에서, 래티클 (R) 의 패턴영역, 투영광학계 (PL) 및 물을 통하여 조명광 (IL) 에 의해 웨이퍼 (W) 가 노광된다. 즉, 액침노광이 이루어져 웨이퍼 (W) 표면에서의 조명광 (IL) 의 파장을 공기 중에서의 파장의 1/n 배 (n 은 액체의 굴절률, 물의 경우 n 은 1.4) 로 단파장화할 수 있어, 더욱 실질적인 초점심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어진다. 따라서, 해상도가 높은 노광이 가능해진다. 또, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점심도를 확보하면 되는 경우에는 투영광학계 (PL) 의 개구수 (NA) 를 더 증가시킬 수 있어, 이 점에서도 해상도가 향상된다.

또한, 실질적인 초점심도가 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어지는 것은 디포커스의 발생을 억제할 수 있다는 효과도 있다.

또한 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 주사노광 중 등에는 상기 서술한 바와 같이 수압 패드 (32) 에 공급되는 물은 항상 교체되고 있기 때문에, 웨이퍼 (W) 상에 이물이 부착되어 있는 경우에는 그 이물이 물의 흐름에 의해 제거된다.

또한, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 웨이퍼 (W) 주변부의 쇼트영역을 노광할 때, 또는 노광종료 후에 웨이퍼 테이블 (TB) 상의 웨이퍼를 교환할 때 등에 투영광학계 (PL : SIL (22)) 와 웨이퍼 (W) 사이에 물을 유지한 상태에서, 투영광학계 (PL) 가 웨이퍼 (W) 에서 벗어난 위치에 웨이퍼 테이블 (TB) 이 이동한 경우에도 투영광학계 (PL) 와 보조 플레이트

트 (24) 사이에 물을 유지할 수 있어, 그 물의 유출을 방지하는 것이 가능해진다. 이로써, 물의 유출에 기인하는 여러 가지 문제의 발생을 회피할 수 있다. 또한 보조 플레이트 (24) 와 웨이퍼 (W) 의 간격은 3mm 이하로 설정되어 있기 때문에, 웨이퍼 (W) 가 투영광학계 (PL) 의 하방에 있는 상태에서부터 웨이퍼 (W) 가 투영광학계 (PL) 에서 벗어난 위치에 웨이퍼 테이블 (TB) 이 이동하는 경우 등에, 그 이동 도중에 웨이퍼 (W) 와 보조 플레이트 (24) 사이의 간격으로 물이 유출되는 것이 그 물의 표면장력에 의해 방지된다.

따라서, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 상기 서술한 바와 같은 여러 가지 효과에 의해 레티클 (R) 의 패턴을 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트영역 각각에 매우 높은 정밀도로 전사하는 것이 가능해진다. 또한, 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광을 하는 것도 가능해진다.

또한, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 투영광학계 (PL) 의 가장 이미지면측의 광학부재인 SIL (22) 의 하면이 수압 패드 (32) 의 베어링면과 거의 일치하고 있기 때문에, SIL (22) 과 웨이퍼 (W) 표면의 간격은 수압 패드 (32) 의 베어링면과 웨이퍼 (W) 의 간격인 10 μ m 정도가 되어, 액침노광용으로 공급하는 액체 (물) 의 사용량이 적어짐과 함께 액침노광의 종료 후에 물을 빨리 회수할 수 있어, 이로써 그 회수 후의 웨이퍼 (W) 의 건조가 용이해진다.

또한 물의 층 두께가 매우 작기 때문에, 그 물에 의한 조명광 (IL) 의 흡수가 작고, 나아가서는 물의 온도분포의 불균일성에 기인한 광학수차를 억제할 수 있다.

또, 상기 실시형태에서는 웨이퍼 테이블 (TB) 및 웨이퍼 (W) 를 상하에서 수압 패드 (32, 34) 에 의해 고정성으로 협지하는 경우에 대하여 설명하였지만, 특히 웨이퍼 테이블 (TB) 하방의 수압 패드 (34) 는 주로 상측의 수압 패드 (32) 에 대하여 일정한 예압 (여압) 을 부여하는 것을 목적으로 하기 때문에, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면에 대하여 일정한 상향의 힘을 부여할 수 있는 것이라면 반드시 형성하지 않아도 된다. 또는, 수압 패드 (34) 대신에 다른 종류의 유체 베어링, 예를 들어 가압기체의 정압을 이용하는 기체 정압 베어링 중 베어링 강성이 높은 종류, 예를 들어 진공예압형 에어베어링 등을 사용하는 것도 가능하다.

또한 상기 실시형태에서는, 수압 패드 (32) 에 공급된 물의 일부를 액침노광용 물로 사용하는 경우에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니며, 수압 패드 (32) 에 대한 물의 공급경로와는 완전히 독립된 공급경로를 통하여 액침노광용 액체를 투영광학계 (PL) 와 웨이퍼 (W) 사이의 공간에 공급하도록 해도 된다.

그리고, 상기 실시형태에서는 본 발명이 액침노광하는 노광 장치에 적용된 경우에 대하여 설명하였지만, 수압 패드 등의 액체 정압 베어링을 사용하여 웨이퍼 테이블 (TB) 등의 이동체를 지지하는 수법은, 액침노광을 하지 않는 노광 장치에도 바람직하게 적용할 수 있다. 이러한 경우에도 그 액체 정압 베어링에 의해 그 베어링면과 기관 (웨이퍼) 표면과의 투영광학계의 광축 방향에 관한 간격이 소정 치수 (예를 들어 10 μ m 정도) 로 유지된다. 액체 정압 베어링은 기체 정압 베어링과는 달리 베어링면과 지지대상물 (기관) 사이의 비압축성 유체인 액체의 정압을 이용하기 때문에, 베어링의 강성이 높고 베어링면과 기관의 간격을 안정적으로, 또한 일정하게 유지할 수 있다. 또한 액체 (예를 들어 순수) 는 기체 (예를 들어 공기) 에 비하여 점성이 높고, 액체는 진동감쇠성이 기체에 비하여 양호하다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면 초점위치 검출계 등을 반드시 형성하지 않고 디포커스가 거의 없는 기관 상에 대한 패턴의 전사를 실현할 수 있다.

또, 상기 실시형태에서는 도넛 형상의 수압 패드 (32, 34) 를 웨이퍼 테이블 (TB) 상의 웨이퍼 (W) 의 상측 (투영광학계 (PL) 의 상단측), 웨이퍼 테이블 (TB) 의 하측에 각각 형성한 경우에 대하여 설명하였지만 이것에 한하지 않고, 노광영역 (레티클 패턴의 투영영역) 을 둘러싸는 직사각형 (직사각형) 의 환 형상 베어링면을 갖는 액체 정압 베어링을 상기 수압 패드 (32, 34) 의 적어도 일방을 대신하여 형성해도 된다.

또한 수압 패드 (32) 대신에 복수의 소형 수압 패드를 노광영역 (레티클 패턴의 투영영역) 을 둘러싸는 상태에서 투영광학계 (PL) 의 하단부 근방에 부착해도 된다. 마찬가지로, 수압 패드 (34) 대신에 복수의 소형 유체 정압 베어링을, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면측 노광영역 (레티클 패턴의 투영영역) 을 둘러싸는 영역에 대응하는 영역에 대하여 배치해도 된다. 또는, 수압 패드 (32) 대신에 형성되는 1 또는 2 이상의 수압 패드를 투영광학계 (PL) 의 상면측에 투영광학계 (PL) 과의 위치관계를 유지한 상태에서 배치해도 된다.

또, 상기 실시형태에서는, 초점위치 검출계 (포커스센서) 를 특별히 형성하지 않았지만, 포커스센서가 필요한 경우에는 하나 이상의 계속점에서 웨이퍼 (W) 표면 사이의 간격을 계속하는 겹 센서를 수압 패드 (32) 에 부착하여, 그 겹 센서의 계속치에 따라 수압 패드 (32) 에 접속된 배기관 (76) 의 내부에 발생시키는 부압을 액체회수장치 (또는 주제어장치 (20)) 가 조정함으로써, 웨이퍼 (W) 표면의 Z축 방향의 위치 (포커스) 를 조정하는 것으로 해도 된다. 이 경우의 겹 센서로는, 수압 패드 (32) 의 일부에 다이어프램을 부착하고, 그 다이어프램에 작용하는 물의 압력과 대기압의 차를 계속하여 그 차를 거리

로 환산하는 압력센서를 사용할 수 있다. 또는 정전용량센서 등을 사용할 수도 있다. 또한, 예를 들어 투영광학계 (PL) 의 적어도 일부의 광학소자를 통하여 웨이퍼 (W) 에 검출광을 조사함과 함께, 그 반사광을 수광하여 투영광학계 (PL) 와 웨이퍼 (W) 의 간격을 계속하고 그 계속치에 따라 수압 패드 (32) 와 웨이퍼 (W) 표면의 간격을 조정하도록 해도 된다.

또 상기 실시형태에서는, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 이면에 형성된 XY 2차원 스케일을 광학식 (또는 자기식) 의 엔코더 (96) 를 사용하여 읽어냄으로써 웨이퍼 테이블 (TB) 의 XY 면 내의 위치정보를 계속하는 것으로 하였지만 본 발명이 이것에 한정되는 것이 아니며, 레이저 간섭계를 사용하여 웨이퍼 테이블 (TB) 의 XY 면 내의 위치정보를 계속하는 것으로 해도 된다.

이 경우, 웨이퍼 테이블 (TB) 의 X축 방향 일측의 단면 (예를 들어 +X 축 단면) 과, Y축 방향 일측의 단면 (예를 들어 -Y 축 단면) 을 경면 가공할 필요가 있지만, 도 2 에서 알 수 있는 바와 같이 +X 축 단면에는 Y축 리니어모터 (64A) 의 Y 가동자 (60A) 가 형성되기 때문에, 도 2 의 상태에서는 +X 축 단면의 Y축 방향 전역에 걸쳐 경면 가공할 수 없을 우려가 있다. 이 경우, 도 7 에 나타내는 바와 같이, 일방의 Y 가동자 (60A) 와 타방의 Y 가동자 (60B) 의 Z축 방향 위치를 서로 시프트시킨으로써 웨이퍼 테이블 (TB) 의 +X 축 단면을 Y축 방향 전역에 걸쳐 경면 가공할 수 있다. 여기에서, Y 가동자 (60A, 60B) 를 웨이퍼 테이블 (TB) 의 무게중심 G 에 대하여 결대칭인 위치에 형성함으로써 Y축 리니어모터 (64A, 64B) 의 추진력을 웨이퍼 테이블 (TB) 의 무게중심 G 에 작용시키는 것이 가능해진다.

이렇게 하여 형성한 반사면에 대하여, 간섭계 (18; 도 7 에서는 X축 방향의 계속에 사용되는 간섭계판 도시)로부터의 측방법이 조사되고, 간섭계 (18) 에서는 그 반사광을 수광함으로써 웨이퍼 테이블 (TB) 의 X축 방향 및 Y축 방향의 위치를 예를 들어 0.5~1mm 정도의 분해능으로 계속한다. 이 경우, 간섭계로는 측장축을 복수 갖는 다축간섭계를 사용할 수 있고, 이 간섭계에 의해 웨이퍼 테이블 (TB) 의 X, Y 위치 외에 회전 (요잉 (Z축 둘레의 회전인 Θ_z 회전), 롤링 (Y축 주위의 회전인 Θ_y 회전) 및 피칭 (X축 둘레의 회전인 Θ_x 회전)) 도 계속 가능하게 할 수 있다.

《변형예》

지금까지의 설명에서는, 수압 패드 (32) 가 경통 (40) 에 고정되며, 투영광학계 (PL) 와 수압 패드 (32) 의 위치관계가 일정하게 유지되어 있는 경우에 대하여 설명하였지만 이것에 한하지 않고, 예를 들어 투영광학계 (PL) 를 구성하는 가장 이미지면측의 광학부재로서, 도 8 에 나타내는 바와 같은 상하로 2분할된 분할렌즈 (Divided Lens) 를 사용하는 것으로 해도 된다. 이 도 8 에 나타내는 분할렌즈 (150) 는 하측의 반구상의 제 1 부분 렌즈 (152a) 와, 그 제 1 부분 렌즈의 외표면 (구면의 일부) 과 동일한 점을 중심으로 하는 곡률반경이 약간 큰 곡률반경의 구면을 그 내면 (내표면) 으로 갖고, 상기 제 1 부분 렌즈 (152a) 의 중심과는 다른 점을 중심으로 하는 구면을 외면 (외표면) 으로 갖는 제 2 부분 렌즈 (152b) 에 의해 구성되어 있다. 이 경우, 제 1 부분 렌즈 (152a) 는 평볼록 렌즈이고, 제 2 부분 렌즈 (152b) 는 오목 메니스커스렌즈이다.

이렇게 하여 구성되는 분할렌즈 (150) 를 상기 실시형태 중의 SIL (22) 대신에 사용할 수 있다. 이 때, 제 2 부분 렌즈 (152b) 를 경통 (40) 에 일체적으로 부착하고, 제 1 부분 렌즈 (152a) 를 수압 패드 (32) 에 그 배어면과 제 1 부분 렌즈 (152a) 의 하면이 거의 동일 면이 되도록 유지시킨다. 그리고, 제 1 부분 렌즈 (152a) 와 하방 (웨이퍼 (W) 와의 사이) 의 공간뿐만 아니라 제 1 부분 렌즈 (152a) 와 제 2 부분 렌즈 (152b) 사이의 간극에도 액침용 액체 (물 등) 를 채우도록 한다. 이러한 구성을 채용하면, 제 1 부분 렌즈 (152a) 에 작용하는 수압에 의해 그 제 1 부분 렌즈 (152a) 에 필요 이상의 부하가 가해지는 경우에, 제 1 부분 렌즈 (152a) 가 수압 패드 (32) 와 함께 상하로 움직이므로써 제 1 부분 렌즈 (152a) 에 쓸데없는 응력이 생기는 것을 억제할 수 있어, 그 응력에 기인하는 광학성능의 열화를 방지할 수 있다. 이 경우, 상기의 제 1 부분 렌즈 (152a) 및 수압 패드 (32) 의 상하 움직임에 의해 급수측 내의 압력 (양압) 과 배수측 내의 압력 (부압) 이 정확하게 맞춰 설정되어 제 1 부분 렌즈 (152a) 하방의 물의 층 (수막) 의 두께가 일정해짐과 함께 제 1 부분 렌즈 (152a) 가 상하로 움직이므로써 광로가 변화하여, 자동적으로 포커스위치가 조정되게 되어 있다.

또 본 실시형태에서는, 분할렌즈 (150) 는 평볼록 렌즈와 오목메니스커스 렌즈로 분할되어 있지만, 투영광학계 (PL) 의 동공면에 가까운 상측의 광학소자를 평볼록 렌즈로 하고, 투영광학계 (PL) 의 이미지면에 가까운 하측의 광학소자를 무물질력의 평행평면판으로 해도 된다. 이 경우, 그 평행평면판의 변동에 의해 투영광학계 (PL) 의 이미지면 등의 결상특성이 변화하는 경우에는, 투영광학계의 일부의 렌즈의 이동, 렌티큘의 이동, 노광광의 파장의 미조정 중 적어도 하나를 실시하여 그 결상특성의 변화를 보상하도록 해도 된다.

상기 제 1 실시형태에서는, 본 발명이 웨이퍼 테이블 (TB) 및 그 웨이퍼 테이블을 지지하는 스테이지 (52) 를 각 하나 구비한 노광 장치에 적용된 경우에 대하여 설명하였지만, 이것에 한하지 않고 다음 제 2 실시형태와 같이 웨이퍼 테이블 (TB) 및 스테이지를 복수, 예를 들어 2개 구비한 노광 장치에 본 발명을 적용해도 된다.

《제 2 실시형태》

다음으로, 도 9 및 도 10에 기초하여 본 발명의 제 2 실시형태의 노광 장치에 대하여 설명한다. 도 9에는, 제 2 실시형태의 노광 장치를 구성하는 웨이퍼 스테이지 장치(300)의 구성이 평면도에 나타나 있다. 여기에서, 중복설명을 피하는 관점에서 상기 서술한 제 1 실시형태와 동일한 구성부분에는 동일한 부호를 사용함과 함께 그 설명을 생략하기로 한다.

본 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 광학유닛(PU)과 얼라인먼트 검출계(ALG)와 동일한 얼라인먼트 검출계(ALG')가 Y축 방향으로 소정 거리 떨어져 배치되어 있다. 그리고, 광학유닛(PU)의 하방에 상기 서술한 구동장치(50)가 배치되고, 이 구동장치(50)를 구성하는 스테이지(52)상에 재치된 웨이퍼 테이블(TB1)상에 웨이퍼(W)가 개치되어 있다. 또한 얼라인먼트 검출계(ALG')의 하방에는 XY 스테이지 장치(180)가 배치되어 있다. 이 XY 스테이지장치(180)를 구성하는 스테이지(171)상에 웨이퍼 테이블(TB2)이 재치되고, 그 웨이퍼 테이블(TB2)상에 웨이퍼(W)가 개치되어 있다.

XY 스테이지 장치(180)는, 상기 서술한 스테이지(52)의 외형과 같은 형상인 직사각형 부재로 이루어지는 스테이지(171)와, 그 스테이지(171)를 X축 방향으로 구동하는 X축 리니어모터(178)와, 그 X축 리니어모터(178)와 일체적으로 스테이지(171)를 Y축 방향으로 구동하는 한 쌍의 Y축 리니어모터(176A, 176B)를 구비하고 있다.

상기 Y축 리니어모터(176A, 176B)는, 구동장치(50)를 구성하는 X 고정자(56A)의 X축 방향의 일단 및 타단에 근접하여 배치되어 각각 Y축 방향으로 연장되는 Y 고정자(Y축 리니어가이드: 172A, 172B)와, 이들 Y 고정자(172A, 172B) 각각에 개별로 걸어맞추는 Y 가동자(슬라이더: 174A, 174B)로 구성되어 있다. 즉, 일방의 Y 고정자(172A)와 일방의 Y 가동자(174A)에 의해 상호간의 전자상호작용에 의해 Y 가동자(174A)를 Y축 방향으로 구동하는 구동력을 발생하는 Y 리니어모터(176A)가 구성되고, 타방의 Y 고정자(172B)와 타방의 Y 가동자(174B)에 의하여 상호간의 전자상호작용에 의해 Y 가동자(174B)를 Y축 방향으로 구동하는 구동력을 발생시키는 Y 리니어모터(176B)가 구성된다.

Y 가동자(174A, 174B)는 상기 서술한 X 리니어모터(178)를 구성하는 X축 방향으로 연장되는 X 고정자(X축 리니어가이드)의 일단과 타단에 각각 고정되어 있다. 이 X 리니어모터(178)의 X 고정자에 대응하여 스테이지(171)에는 X 가동자가 형성되어 있고, 그 X 가동자와 X 고정자(178)에 의해 구성되는 X 리니어모터(178)에 의해 스테이지(171)가 X축 방향으로 구동된다.

이 경우, X 리니어모터(178)에 의해 스테이지(171)는 X축 방향으로 구동됨과 함께 한 쌍의 Y 리니어모터(176A, 176B)에 의해 X 리니어모터(178)와 일체적으로 스테이지(171)가 Y축 방향으로 구동되게 되어 있다.

상기 스테이지(171)상면의 X축 방향의 밀측과 타측의 단부에는, Y 고정자(162A, 162B)가 Y축 방향으로 각각 연장 설치되어 있다.

웨이퍼 테이블(TB1, TB2)은 상기 서술한 웨이퍼 테이블(TB)과 완전히 동일하게 구성되어 있고, 마찬가지로 X축 방향의 일측, 타측의 단부에 Y 가동자(60A) 및 영구자석(66A, 66B), Y 가동자(60B)를 각각 구비하고 있다.

이 도 9의 웨이퍼 스테이지 장치(300)에서는, 웨이퍼 테이블(TB1)에 형성된 Y 가동자(60A)는 스테이지(52)상의 Y 고정자(62A)에 걸어맞춰진 상태(도 9의 상태)로 Y 고정자(62A)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시킬 뿐만 아니라, 스테이지(171)상의 Y 고정자(162A)에 걸어맞춰진 상태에서는 그 Y 고정자(162A)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시키게 되어 있다.

마찬가지로, 웨이퍼 테이블(TB2)에 형성된 Y 가동자(60A)는, 스테이지(171)상의 Y 고정자(162A)에 걸어맞춰진 상태(도 9의 상태)에서 Y 고정자(162A)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시킬 뿐만 아니라, 스테이지(52)상의 Y 고정자(62A)에 걸어맞춰진 상태에서는 그 Y 고정자(62A)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시키게 되어 있다.

마찬가지로, 웨이퍼 테이블(TB1)에 형성된 Y 가동자(60B)는, 스테이지(52)상의 Y 고정자(62B)에 걸어맞춰진 상태(도 9의 상태)에서 Y 고정자(62B)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시킬 뿐만 아니라, 스테이지(171)상의 Y 고정자(162B)에 걸어맞춰진 상태에서는 그 Y 고정자(162B)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시키게 되어 있다.

마찬가지로, 웨이퍼 테이블(TB2)에 형성된 Y가동자(60B)는, 스테이지(171)상의 Y고정자(162B)에 걸어맞춰진 상태(도 9의 상태)에서 Y고정자(162B)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시킬 뿐만 아니라, 스테이지(52)상의 Y고정자(62B)에 걸어맞춰진 상태에서는 그 Y고정자(62B)와의 사이에서 전자상호작용을 하여 Y축 방향의 구동력을 발생시키게 되어 있다.

또한 웨이퍼 테이블(TB1)에 형성된 영구자석(66A, 66B) 각각은 Y고정자(62B)에 각각 걸어맞춰진 상태(도 9의 상태)로 웨이퍼 테이블(TB1)을 스테이지(52)상에서 X축 방향으로 미소 구동하는 보이스코일 모터를 구성함과 함께, Y고정자(162B)에 각각 걸어맞춰진 상태에서는 웨이퍼 테이블(TB1)을 스테이지(171)상에서 X축 방향으로 미소 구동하는 보이스코일 모터를 구성한다. 마찬가지로, 웨이퍼 테이블(TB2)에 형성된 영구자석(66A, 66B) 각각은 Y고정자(162B)에 각각 걸어맞춰진 상태(도 9의 상태)로 웨이퍼 테이블(TB2)을 스테이지(171)상에서 X축 방향으로 미소 구동하는 보이스코일 모터를 구성함과 함께, Y고정자(62B)에 각각 걸어맞춰진 상태에서는 웨이퍼 테이블(TB2)을 스테이지(52)상에서 X축 방향으로 미소 구동하는 보이스코일 모터를 구성한다.

웨이퍼 테이블(TB1, TB2)의 XY면 내의 위치는 레이저 간섭계, 기타 위치 계측장치(도시 생략)에 의해 계측되며, 그 계측결과가 도시하지 않는 주제어장치로 이송되게 되어 있다. 또한 웨이퍼 스테이지 장치(300)를 구성하는 상기 서술한 각 모터는 주제어장치에 의해 제어되게 되어 있다.

그 밖의 부분의 구성은, 상기 서술한 제 1 실시형태의 노광 장치(100)와 동일하게 구성되어 있다.

이렇게 하여 구성된 본 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 주제어장치의 관리하에, 다음과 같은 처리 시퀀스가 이루어지게 할 수 있다.

즉, 예를 들어 일방의 스테이지(171)상에 웨이퍼(W)를 유지한 웨이퍼 테이블(TB2; 또는 TB1)을 재치하고, 그 웨이퍼 테이블(TB2; 또는 TB1)상의 웨이퍼(W)에 형성된 얼라인먼트 마크의 검출동작(예를 들어 EGA 방식의 웨이퍼얼라인먼트 계측 동작)을 얼라인먼트 검출계(ALG)의 하방에서 웨이퍼 테이블(TB2; 또는 TB1)을 2차원 구동하면서 실시하는 것과 병행하여 타방의 스테이지(52)상에 재치된 웨이퍼 테이블(TB1; 또는 TB2)에 유지된 웨이퍼(W)에 대한 상기 서술한 스텝-앤드-스캔 방식의 노광동작을 구동장치(50)에 의해 웨이퍼 테이블(TB1; 또는 TB2)을 구동하면서 실시한다.

그리고, 그 병행동작 종료 후 스테이지(171)를 Y축 리니어모터(176A, 176B)를 사용하여 스테이지(52)에 가장 근접하는 위치까지 이동시킴과 함께, 양 스테이지(171, 52)의 X축 방향의 위치가 일치하도록 양 스테이지(171, 52)의 X축 방향의 위치관계를 조정한다.

다음으로, 노광 완료된 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 테이블(TB1; 또는 TB2)을, 그 웨이퍼 테이블에 형성된 Y가동자(60A, 60B)와 Y고정자(62A, 62B)의 전자상호작용에 의해 -Y 방향으로 구동한다. 이와 동시에, 상기 마크검출동작이 종료한 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 테이블(TB2; 또는 TB1)을, 그 웨이퍼 테이블에 형성된 Y가동자(60A, 60B)와 Y고정자(162A, 162B)의 전자상호작용에 의해 타방의 웨이퍼 테이블과 같은 속도로 -Y 방향으로 구동한다. 이로써 양 웨이퍼 테이블(TB1, TB2)이 서로 가장 근접한 위치관계를 유지하면서 -Y 방향으로 이동한다.

그리고, 상기 웨이퍼 테이블(TB1, TB2)의 -Y 방향에 대한 이동개시로부터 소정시간 경과하면, 마크검출동작이 종료된 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 테이블(TB2; 또는 TB1)에 형성된 Y가동자(60A, 60B)가, Y고정자(162A, 162B)와 Y고정자(62A, 62B)에 동시에 걸어맞춰지는 상태가 된다. 도 10에는 이 때의 상태가 나타나 있다.

도 10의 상태로부터, 추가로 웨이퍼 테이블(TB1, TB2)이 -Y 방향으로 소정거리 진행하면, 노광 완료된 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 테이블(TB1; 또는 TB2)에 형성된 Y가동자(60A, 60B)가, Y고정자(62A, 62B)에서 완전히 이탈하는 위치(이탈위치)에 도달한다. 상기 이탈위치에 웨이퍼 테이블(TB1; 또는 TB2)이 도달하기 직전에, 도시하지 않는 로봇아암이 그 웨이퍼 테이블(TB1; 또는 TB2)을 받아 얼라인먼트 검출계(ALG) 근방의 웨이퍼 교환위치로 반송한다.

이 때, 마크검출동작이 종료된 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 테이블(TB2; 또는 TB1)은, 광학유닛(PU)의 하단에 형성된 수압 패드(32)의 하방에 이르고, 그 후 이 웨이퍼 테이블은 그 전체가 스테이지(52)상에 재치되는 위치까지 진행된다. 이로써 스테이지(52)상에서는 웨이퍼 테이블의 교환이 종료된다.

이와 같이, 본 제 2 실시형태에서는, 노광 완료된 웨이퍼 (W) 를 유지한 웨이퍼 테이블의 스테이지 (52) 상에서의 -Y 방향에 대한 이동 및 로봇 아암에 대한 수수와 마크검출 동작이 종료한 웨이퍼 (W) 를 유지하는 웨이퍼 테이블의 스테이지 (171) 로부터 스테이지 (52) 로의 이동이 병행하여 이루어진 결과, 수압 패드 (32) 의 하방 및 투영광학계 (PL) 바로 아래, 즉 투영광학계 (PL) 를 구성하는 가장 이미지면측의 광학부재 (SIL) (22) 또는 상기 기술한 제 1 분할렌즈 (151a) 등) 의 하방에는 항상 어느 하나의 웨이퍼 테이블이 존재하고, 그 웨이퍼 테이블 상의 웨이퍼 또는 보조 플레이트 (24) 사이에 액침 영역이 형성된 상태가 유지되며, 투영광학계 (PL), 즉 투영광학계 (PL) 를 구성하는 가장 이미지면측의 광학부재와 웨이퍼 또는 보조 플레이트 (24) 사이에 액체 (물) 를 유지할 수 있어 그 액체 (물) 의 유출을 방지하는 것이 가능해진다.

또한 본 제 2 실시형태에서는, 일방의 웨이퍼 테이블 상의 웨이퍼에 대한 노광 동작과, 타방의 웨이퍼 테이블 상의 웨이퍼에 대한 마크검출 동작 (및 웨이퍼교환 동작) 이 병행하여 이루어지기 때문에, 웨이퍼교환, 마크검출 동작 및 노광이 순차적으로 (sequential) 이루어지는 경우에 비하여 스루풋의 향상이 가능하다. 여기에서, 웨이퍼 테이블을 2 이상 구비하는 경우에는, 하나의 웨이퍼 테이블 상에서 노광하고 있는 동안에 다른 웨이퍼 테이블 상에서 웨이퍼를 완전히 건조시키는 시간을 형성해도 된다. 이러한 경우에는, 스루풋의 최적화를 도모하기 위해 3개의 웨이퍼 테이블을 준비하여, 첫 번째 웨이퍼 테이블에서는 노광 동작을 하고, 두 번째 웨이퍼 테이블에서는 얼라인먼트 동작을 하고, 세 번째 웨이퍼 테이블에서는 노광 후의 웨이퍼 건조 및 웨이퍼교환 동작을 하는 병행처리 시퀀스를 실행하는 것이 바람직하다.

또, 본 제 2 실시형태에서는, 마크검출 동작 (예를 들어 EGA 방식의 웨이퍼 얼라인먼트 계속) 결과 얻어진 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트영역의 위치정보 (배열좌표) 는, 기준마크판 (FM) 상의 기준마크를 기준으로 하는 정보로 환산해 두는 것이 바람직하다. 이렇게 하면, 그 얼라인먼트 계속이 종료된 웨이퍼가 스테이지 (52) 상으로 이동하였을 때, 도시하지 않은 레티클 얼라인먼트계를 사용하여 레티클상의 마크와 기준마크판 (FM) 상의 기준마크의 상대위치를 계속함으로써, 가령 웨이퍼 테이블의 이동 중에 연속적인 위치정보의 검출이 곤란한 경우에도 레티클과 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역의 상대위치를 원하는 관계로 고정밀도로 조정할 수 있다.

또한, 복수의 테이블을 구비한 노광 장치로서, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-163099호 및 일본 공개특허공보 평10-214783호 (대응 미국특허 제6,341,007호, 제6,400,441호, 제6,549,269호 및 제6,590,634호), 일본 특허공표공보 2000-505958호 (대응 미국특허 제5,969,441호) 또는 미국특허 제6,208,407호에 개시되어 있는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.

또한 복수의 테이블을 구비한 노광 장치로서, 예를 들어 일본 공개특허공보 평11-135400호 (대응 국제공개 WO99/23692호) 에 개시되어 있는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.

또, 본 국제출원에서 지정한 지정국 (또는 선택한 선택국) 의 국내법령이 허용하는 한도에서 상기 각 공보 및 각 미국특허에서의 개시를 원용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.

또, 수압 패드 (32) 의 구성에 대해서는, 상기 각 실시형태에서 설명한 구성에 한하지 않고 도 11(a) 에 나타내는 수압 패드 (32') 와 같은 구성을 채용할 수도 있다. 즉, 상기 배수홈 (68), 급수홈 (70), 배수홈 (72) 을 격벽에서 거의 등각도 간격으로 구획해도 된다 (이하, 격벽에 둘러싸인 부분을 「셀」 이라 하고, 배수홈 (68, 72) 에 형성된 셀을 「배수용 셀」, 급수홈 (70) 에 형성된 셀을 「급수용 셀」 이라 하기로 함).

상기 배수용 셀의 내부 저면에는 도 11(a) 의 지면 직교방향 (Z축 방향) 에 관통하는 관통구멍 (74) 이 각각 형성되고, 급수홈 (70) 에 형성된 급수용 셀의 내부 저면에는 관통구멍 (78) 이 각각 형성되고, 배수홈 (68) 에 형성된 배수용 셀의 내부 저면에는 관통구멍 (82) 이 각각 형성되어 있다.

이와 같이, 급수홈 및 배수홈을 격벽으로 구획하여 셀을 형성함으로써, 웨이퍼의 엣지 (edge) 부분에 수압 패드 (32) 가 걸렸을 때 엣지부분에 대응하는 셀의 압력변화가 생기는 경우에도 그 압력변화의 영향이 그 밖의 셀에 미치지 않게 할 수 있다.

또, 관통공 (78, 82, 74) 에 접속되는 급수관 (80), 배수관 (84, 76) 각각에, 도 11(b) 에 나타내는 바와 같이 드로잉 (79) 을 형성해도 된다. 이 경우에서도, 드로잉 (79) 에 의해, 일부의 셀이 웨이퍼의 엣지부분에 걸렸을 때 그 셀에서의 압력이 변화하더라도 그 압력변화가 그 밖의 셀에 미치는 영향을 최대한 억제할 수 있다.

또한 하측의 수압 패드 (34) 에 도 11(a) 와 같은 구성을 채용해도 되고, 도 11(b) 에 나타내는 바와 같은 드로잉을 수압 패드 (34) 에 접속된 급수관이나 배수관에 형성해도 된다.

또, 상기 각 실시형태에서는, 투영광학계(PL)의 가장 이미지면측(웨이퍼(W)측)의 광학소자로서 솔리드 이머전 렌즈(SIL)를 채용하고 있지만, 솔리드 이머전 렌즈(SIL) 대신에 석영이나 형석으로 형성되어 있는 렌즈 소자를 사용해도 되고, 무굴절력의 평행평면판을 사용해도 된다.

또한 상기 서술한 실시형태에서는, 보조 플레이트(24)와 테이블(TB: TB1, TB2) 사이에 탄성체(25)가 배치되어 있지만, 수압 패드(32)와 그것에 대항하는 면(웨이퍼(W)표면, 보조 플레이트(24)상면)의 갭을 일정하게 유지할 수 있다면 탄성체(25)를 생략해도 된다.

또 상기 각 실시형태에서는, 액체로서 초순수(물)를 사용하는 것으로 하였지만, 본 발명은 물론 이것에 한정되지 않는다. 액체로는 화학적으로 안정적이고 조명광(IL)의 투과율이 높으며 안전한 액체, 예를 들어 불소계 불활성 액체를 사용해도 된다. 이 불소계 불활성 액체로는 예를 들어 플루오리너트(미국 3M사의 상품명)를 사용할 수 있다. 이 불소계 불활성 액체는 냉각 효과의 면에서도 우수하다. 또 액체로서 조명광(IL)에 대한 투과성이 있어 가능한 한 굴절률이 높고, 또한 투영광학계나 웨이퍼 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것(예를 들어 시더유 등)을 사용할 수도 있다.

또한 상기 각 실시형태에서는, 수압 패드(또는 SIL(22)하방)에 액체를 공급하는 경로와, 수압 패드로부터 액체를 회수하는 경로가 따로따로인 경우에 대하여 설명하였지만, 수압 패드(또는 SIL(22)하방)에서 회수된 액체를 다시 수압 패드(또는 SIL(22)하방)에 공급하는 순환경로와 액체 급배(給排) 장치의 조합을 채용해도 된다. 이 경우는 회수된 액체로부터 불순물을 제거하는 필터를 그 순환경로 중 회수측의 일부에 형성해 두는 것이 바람직하다.

또, 상기 각 실시형태에서는, 웨이퍼 테이블의 웨이퍼(W)가 재치되는 영역 주위에 보조 플레이트가 형성되는 것으로 하였지만, 본 발명 중에는, 노광 장치는 보조 플레이트 또는 그것과 동등한 기능을 갖는 평면판을 반드시 테이블 상에 형성하지 않아도 될 때도 있다. 단, 이 경우에는, 공급되는 액체가 웨이퍼 테이블 상에서 흘러넘치지 않도록 그 웨이퍼 테이블 상에 액체를 회수하는 배관을 추가로 형성해 두는 것이 바람직하다.

또, 상기 각 실시형태에서는, 웨이퍼 표면에 국소적인 요철이 있는 경우에는 웨이퍼 표면(노광면)과 이미지면에 어긋남이 생길 가능성도 있다. 따라서, 웨이퍼 표면에 국소적인 요철이 있는 것이 예상되는 경우에는, 노광에 앞서 웨이퍼 표면의 요철정보를 기억시켜 두고, 노광 중에는 그 요철정보에 기초하여 투영광학계의 일부 렌즈의 이동, 레티클의 이동, 노광광의 파장의 미조정 중 적어도 하나를 실시하여 이미지면의 위치나 형상을 조정하도록 하면 된다.

또 상기 각 실시형태에서는 조명광(IL)으로서 ArF 엑시머 레이저광 또는 KrF 엑시머 레이저광 등의 원자의광, 또는 초고압 수은램프로부터의 자외 영역의 휘선(g 선, i 선 등)을 사용하는 것으로 하였지만 이것에 한하지 않고, 예를 들어 조명광(IL)으로서 DFB 반도체 레이저 또는 파이버(fiber) 레이저에서 발진되는 적외 영역 또는 가시 영역의 단일파장 레이저광을, 예를 들어 에르븀(Er; 또는 에르븀과 이트륨(Yb)의 양쪽)이 도핑된 파이버 앰프로 증폭하고, 비선형 광학결정을 사용하여 자외광으로 파장변환한 고조파(예를 들어, 파장 193nm)를 사용해도 된다.

또 투영광학계(PL)는 굴절계에 한하지 않으며, 카타디옵트릭계(반사굴절계)일 수도 있다. 또한 그 투영배율도 1/4배, 1/5배 등에 한하지 않고, 1/10배 등이어도 된다.

또한 상기 각 실시형태에서는 스텝-앤드-스캔 방식 등의 주사형 노광 장치에 본 발명이 적용된 경우에 대하여 설명하였지만, 본 발명의 적용범위가 이것에 한정되지 않는 것은 물론이다. 즉, 스텝-앤드-리프트 방식의 축소 투영 노광 장치에도 본 발명은 바람직하게 적용할 수 있다. 이 경우, 노광이 주사 노광 방식으로 이루어지는 점을 제외하고 기본적으로는 상기 서술한 제 1 실시형태와 동등한 구성을 사용할 수 있으며, 동등한 효과를 얻을 수 있다.

또 복수의 렌즈로 구성되는 조명광학계, 광학유닛(PU), 수압 패드(32, 34) 등을 노광 장치 본체에 장착하고 다시 수압 패드(32, 34) 등에 대한 배관을 한다. 그 후 광학조정함과 함께 다수의 기계 부품으로 이루어지는 레티클 스테이지나 웨이퍼 스테이지를 노광 장치 본체에 부착하여 배선이나 배관을 접속하고, 다시 종합조정(전기조정, 동작확인 등)함으로써 상기 각 실시형태의 노광 장치를 제조할 수 있다. 또, 노광 장치의 제조는 온도 및 압력도 등이 관리된 클린 룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

또 상기 각 실시형태에서는 본 발명이 반도체 제조용 노광 장치에 적용된 경우에 대하여 설명하였지만 이것에 한정되지 않으며, 예를 들어 각형 유리 플레이트에 액정표시소자 패턴을 전사하는 액정용 노광 장치나, 박막 자기 헤드, 촬상 소자, 마이크로 머신, 유기 EL, DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치등에도 본 발명은 널리 적용할 수 있다.